



UNIVERZITET U NOVOM SADU

TEHNIČKI FAKULTET ``MIHAJLO PUPIN`` ZRENJANIN

**MODELOVANJE INTEGRALNOG
PROCESA ZAVARIVANJA I
SOFTVERSKA PODRŠKA**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Mentor: Prof.dr Slobodan Stojadinović

Kandidat: Mr Dušan Jovanić

Zrenjanin, 2016 godine

Zahvaljujem se mentoru prof. dr Slobodanu Stojadinoviću, prof. dr Alempiju Veljoviću i pukovniku Zoranu Eremiji na korisnim savetima i pruženoj pomoći.

UNIVERZITET U NOVOM SADU

TEHNIČKI FAKULTET ``MIHAJLO PUPIN`` ZRENJANIN

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

Redni broj: RBR	
Identifikacioni broj: IBR	
Tip dokumentacije: TD	Monografska dokumentacija
Tip zapisa: TZ	Tekstualni štampani materijal
Vrsta rada (dipl., mag., dokt.): VR	Doktorska disertacija
Ime i prezime autora: AU	Mr Dušan Jovanić
Mentor (titula, ime, prezime, zvanje): MN	Prof.dr Slobodan Stojadinović, redovni profesor
Naslov rada: NR	Modelovanje integralnog procesa zavarivanja i softverska podrška
Jezik publikacije: JP	Srpski (latinica)
Jezik izvoda: JI	srp. / eng.
Zemlja publikovanja: ZP	Republika Srbija
Uže geografsko područje: UGP	AP Vojvodina
Godina: GO	2016.
Izdavač: IZ	autorski reprint
Mesto i adresa: MA	Tehnički fakultet ``Mihajlo Pupin`` Zrenjanin Đure Đakovića bb, Zrenjanin, Republika Srbija

Fizički opis rada: FO	(broj poglavlja / stranica / slika / grafikona / referenci / priloga) 9 / 165 / 85 / 7 / 92 / 0
Naučna oblast: NO	Industrijsko inženjerstvo
Naučna disciplina: ND	Upravljanje razvojem- Razvoj proizvodnih tehnologija
Predmetna odrednica, ključne reči: PO	Tehnologija zavarivanja, Upravljanje kvalitetom u zavarivanju, BPwin i ERwin CASE alati, IDEF0 i IDEF1X metodologija
UDK	
Čuva se: ČU	Biblioteka Tehničkog fakulteta ``Mihajlo Pupin`` Zrenjanin
Važna napomena: VN	
Izvod: IZ	Doktorska disertacija razmatra modelovanje procesu zavarivanja i modelovanje podataka, koji omogućuje elektronski oblik dokumentovanih procedura, zapisa, specifikacija, planova kvaliteta i radnih uputstava. Model integralnog procesa zavarivanja je razvijen da bi se identifikovali svi faktori koji utiču na kvalitet zavarenog spoja, odnosno proizvoda od faze preispitivanja zahteva iz ugovora i tehničkog preispitivanja, podugovaranja, opreme i osoblja, procesa zavarivanja, rukovanja i skladištenja osnovnog i potrošnog materijala, ispitivanja, kontrole, verifikacije, kalibracije, neusaglašenosti, korektivnih mera, identifikacije i sledljivosti. Predloženi model integralnog procesa zavarivanja je prototipski što mu daje originalnost jer je jedinstven. Prototipski pristup omogućuje da se informacioni sistem prilagodi svakom pojedinačnom proizvodnom sistemu, odnosno kompaniji u skladu sa njenim potrebama i zahtevima.
Datum prihvatanja teme od strane Senata: DP	
Datum odbrane: DO	

<p>Članovi komisije: (ime i prezime / titula / zvanje / naziv organizacije / status) KO</p>	<p>predsednik: Prof. dr Miroslav Lambić, redovni profesor, Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“, Zrenjanin, Univerzitet u Novom Sadu; član: Prof. dr Alempije Veljović, redovni profesor, Fakultet tehničkih nauka Čačak, Univerzitet u Kragujevcu; član: Prof. dr Živoslav Adamović, redovni profesor, Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“, Zrenjanin, Univerzitet u Novom Sadu; član: Prof. dr Branko Škorić, redovni profesor, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Univerzitet u Novom Sadu; mentor: Prof. dr Slobodan Stojadinović, redovni profesor, Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“, Zrenjanin, Univerzitet u Novom Sadu.</p>
---	---

University of Novi Sad
Technical Faculty "Mihajlo Pupin" Zrenjanin
Key word documentation

Accession number: ANO	
Identification number: INO	
Document type: DT	Monograph documentation
Type of record: TR	Textual printed material
Contents code: CC	Ph.D. Thesis
Author: AU	Mr Dušan Jovanić
Mentor: MN	PhD. Slobodan Stojadinović, full professor
Title: TI	Modeling of Integrated Welding Process and Software Support
Language of text: LT	Serbian
Language of abstract: LA	eng. / srp.
Country of publication: CP	Republic of Serbia
Locality of publication: LP	AP Vojvodina
Publication year: PY	2016.
Publisher: PU	The author`s reprint
Publication place: PP	Technical Fakulty "Mihajlo Pupin" Zrenjanin Dj. Djakovića bb, Zrenjanin, Republic of Serbia

Physical description: PD	(Chapters / Pages/ Figure / Tables / References / Appendix) 9 / 165 / 85 / 7/ 92 / 0
Scientific field SF	Industrial engineering
Scientific discipline SD	Management of Development- Development of Manufacturing Technologies
Subject, Key words SKW	Welding Technologies, Welding Quality Management, BPwin and ERwin CASE tools, IDEF0 and IDEF1X methodology
UC	
Holding data: HD	Library of Technical Fakulty ``Mihajlo Pupin``Zrenjanin
Note: N	
Abstract: AB	<p>The doctoral dissertation discusses the modeling of welding processes and data modeling, which allows electronic forms of documented procedures, records, specifications, quality plans and work instructions.</p> <p>The model of integrated welding process was developed to identify all the factors that affect the quality of the weld, i.e. the product from the stage of the review required under the contract and technical review, subcontracting, equipment, personnel, processes, welding, handling and storage of basic supplies and materials, testing, control, verification, calibration, non-conformities, corrective actions, identification and traceability.</p> <p>The proposed model of integrated welding process is a prototype which gives originality because it is unique and allows the information system adjusts each production system, and the company in accordance with its needs and requirements.</p>
Accepted on Senate on: AS	
Defended: DE	

Thesis Defend Board: DB	President: Ph.D. Miroslav Lambić , full professor, Technical Fakulty ``Mihajlo Pupin``Zrenjanin, University of Novi Sad; Member: Ph.D. Alempije Veljović , full professor, Faculty of Technical Sciences, Čačak, University of Kragujevac; Member: Ph.D. Živoslav Adamović , full professor, Technical Fakulty ``Mihajlo Pupin``Zrenjanin, University of Novi Sad; Member: Ph.D. Branko Škorić , full professor, Faculty of Technical Sciences, Нови Сад, University of Novi Sad; Menthor: Ph.D. Slobodan Stojadinovic , full professor, Technical Fakulty ``Mihajlo Pupin``Zrenjanin, University of Novi Sad.
----------------------------	---

REZIME TEZE

Doktorska disertacija razmatra modelovanje procesa zavarivanja i modelovanje podataka, koji omogućuje elektronski oblik dokumentovanih procedura, zapisa, specifikacija, planova kvaliteta i radnih uputstava. Model integralnog procesa zavarivanja je razvijen da bi se identifikovali svi faktori koji utiču na kvalitet zavarenog spoja, odnosno proizvoda od faze preispitivanja zahteva iz ugovora i tehničkog preispitivanja, podugovaranja, opreme i osoblja, procesa zavarivanja, rukovanja i skladištenja osnovnog i potrošnog materijala, ispitivanja, kontrole, verifikacije, kalibracije, neusaglašenosti, korektivnih mera, identifikacije i sledljivosti.

Modelovanje procesa zavarivanja omogućuje lakše upravljanje, odnosno menadžment procesom zavarivanja. Olakšano upravljanje se ogleda izvršenju funkcionalne dekompozicije postupka zavarivanja na svim nivoima i stvaranja dokumentacija u skladu sa zahtevima koje propisuje serija standarda EN ISO 3834- Zahtevi kvaliteta pri zavarivanju metalnih materijala topljenjem.

Modelovanje procesa zavarivanja je izvršeno pomoću IDEF0 metodologije, odnosno njegove softverske realizacije BPWin CASE alata, koji je prihvaćen od strane ISO organizacije, kao alat za uvođenje sistema kvaliteta i omogućuje dekompoziciju i modelovanje na svim nivoima sistema sastavljenog od radnika, mašina, materijala i informacija.

Informaciono modelovanje tehnologije zavarivanja izvršeno je pomoću standarda IDEF1X, čija je softverska realizacija ERwin CASE alat, a nakon toga je izvršeno generisanje podataka u MS Access bazu podataka tako da je na taj način omogućeno direktno kreiranje tabela, veza, atributa i svih ostalih ograničenja, koja su se ranije programirala.

Izlaz iz procesa je dokumentovana tehnologije zavarivanja, koja će omogućiti sledljivost i ponovljivost procesa, odnosno isti kvalitet za svaki naredni proizvod.

Na ovaj način formira se baza podataka, tj. baza tehnologija zavarivanja, koja će u svakom trenutku biti dostupna, tako da je njenim pretraživanjem omogućeno saznanje, odnosno dobijaju se informacije o prethodnim postupcima zavarivanja.

Baza podataka tehnologija zavarivanja omogućuje ažuriranje i pretraživanje podataka i brže i lakše projektovanje, kroz uvid u istoriju prošlih rešenja, čime se povećava produktivnost i ekonomičnost projektovanja tehnologije zavarivanja. Na taj način možemo pored skraćanja vremena projektovanja, povećati i pouzdanost konstrukcije, izborom neke postojeće, već kvalifikovane, tehnologije zavarivanja.

Za verifikaciju postojećeg modela korišćena je standardizovana aluminijumska paleta za koju je eksperimentalno određen optimalni režim- parametri zavarivanja, na osnovu pretpostavljenog matematičkog modela zatezne čvrstoće, koji pokazuje uticaj režima zavarivanja na zateznu čvrstoću zavarenog spoja i omogućuje izbor parametara zavarivanja pri kojima se dobija maksimalna vrednost zatezne čvrstoće zavarenog spoja. Eksperimentalni oblik stepene funkcije zatezne čvrstoće zavarenog spoja MIG postupkom u funkciji napona zavarivanja, brzine žice (jačine struje zavarivanja) i protoka gasa, dobijen je na osnovu regresione analize, putem matričnog računa, dok je disperziona analiza potvrdila adekvatnost matematičkog modela i signifikantnost pojedinih ulaznih faktora.

Predloženi model integralnog procesa zavarivanja je prototipski što mu daje originalnost jer je jedinstven. Prototipski pristup omogućuje da se informacioni sistem prilagodi svakom pojedinačnom proizvodnom sistemu, odnosno kompaniji u skladu sa njenim potrebama i zahtevima.

ABSTRACT

The doctoral dissertation discusses the modeling of welding processes and data modeling, which allows electronic forms of documented procedures, records, specifications, quality plans and work instructions.

The model of integrated welding process was developed to identify all the factors that affect the quality of the weld, i.e. the product from the stage of the review required under the contract and technical review, subcontracting, equipment, personnel, processes, welding, handling and storage of basic supplies and materials, testing, control, verification, calibration, non-conformities, corrective actions, identification and traceability.

Welding process modeling provides easier management i.e. management of welding process. Easier management involves functional decomposition of welding procedure at all levels and creation of documentation in compliance with requirements of a series of EN ISO 3834- Quality requirements for fusion welding of metallic materials.

Modeling of process of welding technology was performed by means of IDEF0 methodology (Integration DEFinition)i.e. its software realization of BPWin (Business Process windows) CASE (Computer Aided Software Engineering) tool which is approved by ISO organization as a tool for quality system introduction and allows functional decomposition and design at all levels of the system that consists of workers, machines, materials and information

Information modeling of welding process was performed by use of the IDE1X standard with the Erwin program as its software realization. Generating of data was performed in MS Access data base and thus it was enabled to directly create the table, links, attributes and other restrictions which were earlier programmed.

The process output is a documented welding technology which will provide repeatability and traceability of the process, i.e. the same quality for each subsequent product.

Thus, a database i.e. welding technology base available in every moment will be created so that its browsing provides knowledge i.e. information about previous welding procedures.

The welding process data base enables updating and browsing the data and faster and easier designing by having regard in the history of previous solutions, which increases productivity and economical side of the welding process technology design. Thus, it is possible to shorten the time of designing as well as to decrease reliability of the design by choosing an existing, already qualified welding process technology.

For the verification of the existing model the standardized aluminum pallet for which we experimentally determined the optimal mode - welding parameters on the basis of a mathematical model superior tensile strength was used, which shows the effect of the welding process on the tensile strength of the welded joint and allows the selection of welding parameters in which the maximum value of default strength of welded joints can be achieved. Experimental form of power function of tensile strength of welded joints MIG welding as a function of voltage, wire feed speed (welding current) and the gas flow, was obtained on the basis of regression analysis by matrix algebra, while the dispersion analysis confirmed the adequacy of the mathematical model and the significance of certain input factors.

The proposed model of integrated welding process is a prototype which gives originality because it is unique and allows the information system adjusts each production system, and the company in accordance with its needs and requirements.

SPISAK SLIKA

- Slika 1. Baze podataka sertifikovanih zavarivača (WPQ), specifikacija tehnologija zavarivanja (WPS) i kvalifikacija tehnologija zavarivanja (PQR) Instituta za zavarivanje (TWI)
- Slika 2. Specifikacija tehnologije zavarivanja i proračun troškova
- Slika 3. Broj sertifikovanih kompanija prema EN ISO 3834 u pojedinim zemljama regiona
- Slika 4. Kontekсни dijagram modela projektovanja tehnologije zavarivanja
- Slika 5. Dekompozicioni dijagram projektovanja tehnologije zavarivanja
- Slika 6. Stablo aktivnosti projektovanja tehnologije zavarivanja
- Slika 7. Dekompozicioni dijagram za aktivnost analiza ugovora ili projekta.
- Slika 8. Dekompozicioni dijagram za aktivnost određivanje postupka zavarivanja
- Slika 9. Dekompozicioni dijagram za aktivnost definisanje tehnologije zavarivanja
- Slika 10. Zavarivanje topljenjem
- Slika 11. Zavarivanje pritiskom
- Slika 12. Dekompozicioni dijagram za aktivnost kontrola kvaliteta.
- Slika 13. Dekompozicioni dijagram za aktivnost održavanje zavarene konstrukcije
- Slika 14. Tekstualni opis aktivnosti analiza zahteva iz ugovora i tehničko preispitivanje
- Slika 15. Definisanje nezavisni i zavisnih entiteta i veza ugovora
- Slika 16. Globalni informacioni model ugovora
- Slika 17. Tekstualni opis aktivnosti plan proizvodnje
- Slika 18. Definisanje nezavisni i zavisnih entiteta i veza plana proizvodnje
- Slika 19. Globalni informacioni model plana proizvodnje
- Slika 20. Tekstualni opis aktivnosti kontrole kvaliteta
- Slika 21. Definisanje nezavisni i zavisnih entiteta i veza kontrole kvaliteta
- Slika 22. Globalni informacioni model kontrole kvaliteta
- Slika 23. Tekstualni opis aktivnosti održavanja opreme
- Slika 24. Definisanje nezavisni i zavisnih entiteta i veza održavanja opreme
- Slika 25. Globalni informacioni model održavanja opreme
- Slika 26. Tekstualni opis aktivnosti neusaglasenosti i korektivnih mera
- Slika 27. Definisanje nezavisni i zavisnih entiteta i veza neusaglasenosti i korektivnih mera
- Slika 28. Globalni informacioni model neusaglasenosti i korektivnih mera
- Slika 29. Tekstualni opis aktivnosti identifikacije i sledljivosti

Slika 30. Definisiranje nezavisni i zavisnih entiteta i veza identifikacije i sledljivosti

Slika 31. Globalni informacioni model identifikacije i sledljivosti

Slika 32. Definisiranje fizičkog nivoa ugovora

Slika 33. Izbor baze podataka

Slika 34. Definisiranje osobina kolona

Slika 35. Definisiranje osobina domena

Slika 36. Definisiranje validacionih pravila

Slika 37. Generiranje šeme baze podataka

Slika 38. Meni za ugovor u MS Access-u

Slika 39. Definisiranje tabele TehnickoPreispitivanje

Slika 40. Dizajniranje izgleda tabele Ponuda ponuđača

Slika 41. Definisiranje izgleda forme za tabelu Predmet poslovanja

Slika 42. Definisiranje relacija- veza između tabela ugovora u MS Access

Slika 43. Definisiranje fizičkog nivoa plana proizvodnje

Slika 44. Meni za plan proizvodnje u MS Access-u

Slika 45. Definisiranje tabele Proizvodni proces

Slika 46. Dizajniranje izgleda tabele Proizvodni proces

Slika 47. Definisiranje izgleda forme za tabelu Proizvodni postupak stavka

Slika 48. Definisiranje relacija- veza između tabela plana proizvodnje u MS Access

Slika 49. Definisiranje fizičkog nivoa kontrole kvaliteta

Slika 50. Meni kontrole kvaliteta u MS Access-u

Slika 51. Definisiranje tabele PredmetPoslovanja

Slika 52. Dizajniranje izgleda tabele Vrednost karakteristike

Slika 53. Definisiranje izgleda forme za tabelu Vrednost karakteristike

Slika 54. Definisiranje relacija- veza između tabela Kontrole kvaliteta u MS Access

Slika 55. Definisiranje fizičkog nivoa održavanja opreme

Slika 56. Meni održavanja opreme u MS Access-u

Slika 57. Definisiranje tabele Primerak

Slika 58. Dizajniranje izgleda tabele Karton intervencija

Slika 59. Definisiranje izgleda forme za tabelu Primerak

Slika 60. Definisiranje relacija- veza između tabela Održavanja opreme u MS Access

Slika 61. Definisiranje fizičkog nivoa neusaglašenosti i korektivnih mera

Slika 62. Meni neusaglašenosti i korektivnih mera u MS Access-u

Slika 63. Definisiranje tabele Partner

- Slika 64. Dizajniranje izgleda tabele Odluka o rešenju neusaglašenosti
- Slika 65. Definisiranje izgleda forme za tabelu Odluka o rešenju neusaglašenosti
- Slika 66. Definisiranje relacija- veza između tabela Neusaglašenosti i korektivnih mera u MS Access
- Slika 67. Definisiranje fizičkog nivoa identifikacije i sledljivosti
- Slika 68. Meni u MS Access-za identifikaciju i sledljivost
- Slika 69. Definisiranje tabele Smena
- Slika 70. Dizajniranje izgleda tabele Predmet Poslovanja
- Slika 71. Definisiranje izgleda forme za tabelu Nalepnica Proizvoda
- Slika 72. Definisiranje relacija- veza između tabela identifikacija i sledljivosti u MS Access
- Slika 73. Izgled palete za transport od Al legure
- Slika 74. Eksperiment na automatizovanoj kitalici a), Rezultati eksperimenta sa dijagramom napon- deformacija b)
- Slika 75. Epruvete pre i posle kidanja
- Slika 76. Funkcija zatezne čvrstoće
- Slika 77. Izveštaj o tehničkom preispitivanju
- Slika 78. Izveštaj o planu proizvodnje ili zavarivanja
- Slika 79. Izveštaj o specifikaciju tehnologije zavarivanja- WPS za Al paletu
- Slika 80. Izveštaj o raspoloživim zavarivačima i kvalifikaciji
- Slika 81. Izveštaj o kvalifikaciji osoblja za ispitivanje bez razaranja
- Slika 82. Izveštaj o kontroli mera
- Slika 83. Izveštaj o održavanju MIG aparata
- Slika 84. Upravljanje neusaglašenostima
- Slika 85. Zapis o identifikaciji i sledljivosti

SPISAK TABELA

Tabela 1. Dokumenti i zapisi kvaliteta

Tabela 2. Dimenije Al palate

Tabela 3. Mehaničke karakteristike AlMgSi0.7 (6005)

Tabela 4. Hemijske karakteristike AlMgSi0.7 EN AW- 6005

Tabela 5. Dimenzije epruvete

Tabela 6. Nivoi ulaznih veličina

Tabela 7. Plan matrica izvođenja eksperimenta

NOMENKLATURA

- A_1, A_2, A_3, A_4 - parametri modela,
B- matrica nepoznatih koeficijenata regresije (b_0, b_1, b_2, b_3),
 b_0, b_1, b_2, b_3 - koeficijenti regresije,
 $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ - eksponenti stepanaste funkcije matematičkog modela,
 F_{Ra} - adekvatnost matematičkog modela,
 F_{Ri} - signifikantnost koeficijenata regresije,
 F_t - Studentova raspodela, t-test,
k- broj ulaznih faktora,
N- ukupan broj eksperimenata u ortogonalnom planu,
 n_0 - broj ponavljanjem u centralnoj tački plana,
 N_1 - broj tačaka ne uključujući centralne tačke,
OM- osnovni material,
Q- protok zaštitnog gasa (l/min),
 R_m - zatezna čvrstoća (MPa),
 S_a - suma kvadrata koja se odnosi na adekvatnost modela,
 S_a^2 - varijansa adekvatnosti modela,
 S_b - suma kvadrata,
 S_{bi} - varijansa,
 S_E - suma kvadrata greške eksperimenta centralnoj tački plana,
 S_E^2 - varijansa greške eksperimenta,
 S_R - rezidualna suma,
 S_u - ukupna suma,
U- napon zavarivanja (V),
V- brzina zavarivanja (m/min),
X- matrica osnovnih faktora,
X'- transponovana matrica matrice X,
 $(X' X)^{-1}$ - inverzna matrica matrice XX' ,
X X'- Fišerova informaciona matrica,
 x_1, x_2, x_3 - kodovi,
Y- matrica eksperimentalnih rezultata (merenja),

\hat{y} - regresiona jednačina,

\bar{y}_0 - srednja vrednost rezultata merenja u centralnoj tački plana,

ZT- zona topljenja,

ZUT- zona uticaja toplote.

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. ISTORIJSKI PREGLED	4
3. METODOLOŠKI KONCEPT	10
3.1. PROBLEM ISTRAŽIVANJA	10
3.2. PREDMET ISTRAŽIVANJA	11
3.3. CILJ ISTRAŽIVANJA	12
3.4. HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA	13
3.5. METODE ISTRAŽIVANJA	13
3.6. MOGUĆNOST PRIMENE	15
4. REALIZACIJA ISTRAŽIVANJA	17
4.1. MODEL PROCESA ZAVARIVANJA- FUNKCIONALNO MODELIRANJE	17
4.1.1. Analiza ugovora ili projekta	20
4.1.1.1. Analiza zahteva iz ugovora.....	21
4.1.1.2. Analiza zahteva za konstrukciju- tehničko preispitivanje konstrukcije.....	22
4.1.1.3. Izveštaj o ugovoru ili projektu.....	26
4.1.2. Određivanje postupka zavarivanja	29
4.1.2.1 . Analiza tehnološkičnosti.....	30
4.1.2.2 . Definisane uslova za izradu.....	31
4.1.2.3 . Izbor osnovnog materijala.....	32
4.1.2.4 . Izbor potrošnog materijala.....	33
4.1.2.5. Izbor opreme.....	36
4.1.2.6. Analiza osoblja za koordinaciju, kontrolu i ispitivanje.....	39
4.1.2.7. Analiza obučenosti izvršioca.....	44
4.1.3. Definisane tehnologije zavarivanja	45
4.1.3.1. Definisane redosleda proizvodnih aktivnosti- plan proizvodnje.....	45
4.1.3.2. Određivanje parametara zavarivanja.....	51
4.1.3.3. Izrada kvalifikacije tehnologije zavarivanja.....	51
4.1.3.4. Izrada specifikacije tehnologije zavarivanja.....	54
4.1.4. Kontrola kvaliteta	56
4.1.4.1. Definisane mesta kontrolisanja.....	57

4.1.4.2. Definisanje predmeta kontrolisanja.....	62
4.1.4.3. Definisanje parametara kontrole.....	62
4.1.4.4. Izvođenje kontrole.....	62
4.1.4.5. Održavanje merno kontrolnih sredstava.....	62
4.1.4.6. Analiza neusaglašenosti i korektivne mere.....	62
4.1.4.7. Izrada zapisnika o kvalitetu.....	65
4.1.5. Održavanje zavarene konstrukcije.....	69
4.1.5.1. Instalacija i puštanje u pogon.....	69
4.1.5.2. Praćenje proizvoda u upotrebi.....	70
4.1.5.3. Servisiranje proizvoda u toku upotrebe.....	70
4.1.5.4. Povlačenje proizvoda iz upotrebe.....	71
4.2. MODEL PODATAKA- INFORMACIONO MODELIRANJE.....	72
4.2.1. Informaciono modeliranje ugovora.....	72
4.2.1.1. Definisanje detaljnih zahteva ugovora.....	72
4.2.1.2. Kreiranje ER modela ugovora.....	73
4.2.1.3. Kreiranje atributa ugovora.....	74
4.2.2. Informaciono modeliranje plana proizvodnje.....	78
4.2.2.1. Definisanje detaljnih zahteva plana proizvodnje.....	78
4.2.2.2. Kreiranje ER modela plana proizvodnje.....	78
4.2.2.3. Kreiranje atributa plana proizvodnje.....	81
4.2.3. Informaciono modeliranje kontrole kvaliteta.....	85
4.2.3.1. Definisanje detaljnih zahteva kontrole kvaliteta.....	85
4.2.3.2. Kreiranje ER modela kontrole kvaliteta.....	85
4.2.3.3. Kreiranje atributa kontrole kvaliteta.....	88
4.2.4. Informaciono modeliranje održavanja opreme.....	92
4.2.4.1. Definisanje detaljnih zahteva održavanja opreme.....	92
4.2.4.2. Kreiranje ER modela održavanja opreme.....	92
4.2.4.3. Kreiranje atributa održavanja opreme.....	95
4.2.5. Informaciono modeliranje neusaglašenosti i korektivnih mera.....	98
4.2.5.1. Definisanje detaljnih zahteva neusaglašenosti i korektivnih mera.....	98
4.2.5.2. Kreiranje ER modela neusaglašenosti i korektivnih mera.....	98
4.2.5.3. Kreiranje atributa neusaglašenosti i korektivnih mera.....	100

4.2.6. Informaciono modeliranje identifikacija i sledljivost	103
4.2.6.1. Definisanje detaljnih zahteva identifikacije i sledljivosti.....	103
4.2.6.2. Kreiranje ER modela identifikacije i sledljivosti.....	103
4.2.6.3. Kreiranje atributa identifikacije i sledljivosti.....	105
4.3. APLIKATIVNO MODELIRANJE	108
4.3.1. Aplikativno modeliranje ugovora.....	108
4.3.2. Aplikativno modeliranje plana proizvodnje.....	114
4.3.3. Aplikativno modeliranje kontrole kvaliteta.....	117
4.3.4. Aplikativno modeliranje održavanja opreme.....	121
4.3.5. Aplikativno modeliranje neusaglasenosti i korektivnih mera.....	125
4.3.6. Aplikativno modeliranje identifikacije i sledljivosti.....	128
4.4. VERIFIKACIJA MODELA	132
5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA	141
6. ANALIZA I DISKUSIJA REZULTATA ISTRAŽIVANJA	148
7. ZAKLJUČCI	153
8. PRAVCI DALJIH ISTRAŽIVANJA	158
9. LITERATURA	160

1. UVOD

Cilj procesa zavarivanja je da se dobije nerazdvojni spoj, odnosno zavaren proizvod sa visokim kvalitetom, pouzdanošću i mogućnošću održavanja. Može se reći da razvoj procesa zavarivanja ide u pravcu »nula greške« tj. smanjenje grešaka na nulu. Da bi se to ostvarilo pored uvođenja stopostotne kontrole potrebno je i da kontola ima za cilj da se preduzme otklanjanje uzroka greške umesto da se greška pronađe [56].

Uvođenje sistema menadžmenta kvaliteta ISO 9000:2000 je neophodno ukoliko neko preduzeće želi konkurentno da nastupi na tržištu. Da bi se to ostvarilo, moraju se ispuniti određeni zahtevi propisani sistemom menadžmenta kvalitetom, gde se između ostalog zahteva i ažuriranje dokumentacije.

Obzirom da je zavarivanje specijalan proces standard SRPS EN ISO 3834- Zahtevi kvaliteta pri zavarivanju metalnih materijala topljenjem, je i razvijen da bi se identifikovali svi faktori koji utiču na kvalitet zavarenog spoja, odnosno proizvoda od faze preispitivanja zahteva iz ugovora i tehničkog preispitivanja, podugovaranja, opreme i osoblja, procesa zavarivanja, rukovanja i skladištenja osnovnog i potrošnog materijala, ispitivanja i kontrole, verifikacije i kalibracije, neusaglašenosti i korektivnih mera, identifikacije i sledljivosti i zapisa kvaliteta. Iz tog razloga, a i zbog specifičnosti primene zavarenih proizvoda u smislu bezbednosti po ljude i okolinu, ovaj standard je strožiji i od zahteva prema ISO 9000:2000- Sistemi menadžmenta kvalitetom, u pogledu kontrole kvaliteta u svim fazama izrade zavarene konstrukcije.

Razlike postoje u tome što se prema ISO 9000:2000- Sistemi menadžmenta kvalitetom, zahteva potpuno dokumentovana procedura kontrole kvaliteta u svim fazama poslovanja, dok se prema SRPS EN ISO 3834 - Kontrola kvaliteta pri zavarivanju, zahteva dokumentovana procedura samo onih faktora koji utiču na kvalitet zavarenog spoja.

Mnoge firme koje u svom proizvodnom programu imaju proizvode dobijene putem zavarivanja (zavarene konstrukcije, nosači, stubovi, okviri, rešetkaste konstrukcije, rezervoari, cevovodi, posude pod pritiskom, mašinski elementi, mostovi, vagoni, brodovi, automobili, avioni itd.) ne zadovoljavaju standarde kvaliteta u pogledu postojanja tehničke dokumentacije.

Cilj rada je da se izvrši modelovanje integralnog procesa zavarivanja, modelovanje podataka i omogući firmama da poseduju svu neophodnu dokumentaciju u elektronskom obliku,

prema standardu SRPS EN ISO 3834 - Kontrola kvaliteta pri zavarivanju metalnih materijala topljenjem, kako bi se omogućila njihova lakša sertifikacija za izvođenje zavarivačkih radova. Ovo je veoma značajno za naše kompanije koje ne mogu izvoziti svoje zavarene proizvode u zemlje Evropske Unije, bez sertifikata EN ISO 3834, koji im omogućuje da dokažu njihove kompetencije i kvalitet proizvoda, kako bi bili što konkurentniji.

Prednosti koje omogućava elektronski oblik dokumentovanih procedura, zapisa, specifikacija, planova kvaliteta i radnih uputstava su :

- odgovarajuće osoblje ima pristup istim ažuriranim informacijama u svakom trenutku,
- jednostavan pristup, lako se prave izmene i njima se lako upravlja,
- distribucija je trenutna i lako se njome upravlja, sa mogućnošću štampanja kopija na papiru,
- postoji pristup dokumentima sa udaljenih lokacija,
- povlačenje zastarelih dokumenata je jednostavno i efektivno i
- identifikacija i sledljivost.

Bitni dokumenti koji čine zapis o kvalitetu su: zapis o analizi ugovora ili projekta, atest osnovnog materijala, atest potošnih materijala, specifikacija tehnologije zavarivanja, kvalifikacija tehnologije zavarivanja, kvalifikacija zavarivača i osoblja za ispitivanje bez razaranja (IBR), zapisi o specifikaciji postupka termičke obrade, zapisi o ispitivanju bez razaranja i sa razaranjem (IRM), zapisi o kontroli mera, zapisi o popravkama i drugim nedostacima.

Svi ovi zapisi i procedure omogućuju ponovljivost, sledljivost i kvalitet procesa. Postojanje zapisa o kvalitetu samo po sebi nije dovoljno, već je potrebno i njeno sistematsko ažuriranje u neku bazu podataka. Na taj način će podaci o nekoj prethodnoj tehnologiji zavarivanja biti dostupni u svakom trenutku i tako smanjiti vreme potrebno za projektovanje nove tehnologije zavarivanja koja je slična sa nekom ranije primenjenom tehnologijom. Pored smanjenja vremena projektovanja tehnologije zavarivanja moguće je i obezbeđivanje boljeg izbora procesa zavarivanja i parametara režima zavarivanja što utiče na smanjenje grešaka i popravki.

Postojanje zapisa o kvalitetu zavarivanja utiče na povećanje kvaliteta, jer je osiguran rad na tačno definisan način, odnosno u određenim uslovima koji su optimalni za dobijanje najkvalitetnijeg zavarenog spoja. Zapisi o kvalitetu predstavljaju dokumentovanu proceduru procesa zavarivanja, koja nam istovremeno omogućuje da sprovedemo identifikaciju i sledljivost, odnosno ukoliko se pronađu delovi ili spojevi sa greškom- neusaglašenost proizvoda, da se utvrdi ili pruži informacija o tome šta u proizvodu ne funkcioniše dobro.

Pored zadovoljenja kvaliteta zavarenog proizvoda, potrebno je voditi računa i o ekonomičnosti proizvodnje, odnosno troškovima zavarivanja. Na osnovu troškova pojedinih postupaka zavarivanja, moguće je izvršiti optimalan izbor postupka zavarivanja koji će se primeniti u praksi. Uštede na vremenu pri proračunu troškova zavarivanja moguće je ostvariti primenom odgovarajućeg programa za proračun troškova [28].

Da bi se izvršilo projektovanje tehnologije zavarivanja potrebna su znanja iz oblasti metalurgije, poznavanja i ispitivanja materijala, termičke obrade, obrade deformisanjem, rezanjem i zavarivanja, tako da su neophodni stručnjaci sa velikim iskustvom, koji se dugo godina bave ovom problematikom.

Obzirom na nedostatak takvog kadra, potrebno je omogućiti lakše i brže projektovanje tehnologije zavarivanja pomoću računara, kroz analizu tehnološkičnosti i formiranje baze dokumenata sistema kvaliteta pri zavarivanju, što je izvršeno u ovom radu.

Sa druge strane radovi koji se bave tehnologijom zavarivanja nisu omogućili njihovo ažuriranje u bazu podataka, dok izabrana metodologija i korišćeni programi ne odgovaraju zahtevima sistema kvaliteta propisanih serijom standarda ISO 9000 i SRPS EN ISO 3834 [70].

Iz tih razloga, odnosno stalnih potreba da se unapredi kvalitet zavarenih proizvoda i smanje troškovi zavarivanja, rešenja data u ovom radu omogućuju optimalan izbor postupka zavarivanja i njegovo ažuriranje u bazu podataka.

2. ISTORIJSKI PREGLED

Kod složenih zavarenih proizvoda, u cilju izbegavanja ozbiljnih problema u proizvodnji i korišćenju, neophodno je obezbediti upravljanje procesom zavarivanja od projektovanja do završnog kontrolisanja, izborom osnovnih i potrošnih materijala, opreme, osoblja, specifikacija tehnologije zavarivanja, kvalifikovanim tehnologijama zavarivanja i načina utvrđivanja usaglašenosti i sledljivosti.

Iz tog razloga je Komitet za evropski standard- CEN (European Committee for Standardization)¹- je 1994. god. objavio prvu verziju standarda EN 729 sa ciljem da definiše zahteve kvaliteta pri zavarivanju topljenjem metalnih materijala.

Međunarodna organizacija za standardizaciju ISO (International Organization for Standardization)² je iste 1994. god. objavio ekvivalentni standard sa EN 729 pod nazivom ISO 3834. Naknadno su ovi standardi dobili zajedničku oznaku EN ISO 3834.

SRPS EN ISO 3834 ne zamenjuje ISO 9001:2000, ali je koristan alat kad je u primeni za rešavanje specifičnih detalja sa aspekta zavarivanja, sa čime se ISO 9001:2000 ne bavi.

SRPS EN ISO 3834 primenjuje se za različite situacije: ugovorna situacija, kod proizvođača, kod uprava za standardizaciju, kod organizacija za proveru treće strane i može biti primenjen kod internih i eksternih organizacija.

SRPS EN ISO 3834 specificira zahteve kvaliteta prikladne za procese zavarivanja metalnih materijala topljenjem. Ovi zahtevi mogu biti prihvaćeni za ostale postupke zavarivanja i u vezi su samo sa aspektima kvaliteta, koji nisu određeni za bilo koju specifičnu grupu proizvoda.

On osigurava da se dokaže sposobnost proizvođača da proizvodi proizvode specificiranog kvaliteta.

Standard je pripremljen tako da je nezavisan od tipa konstrukcije koji se proizvodi, definiše zahteve kvaliteta za zavarivanje u radionici i/ili na terenu, predviđa upravljanje, opisivanjem proizvođačeve sposobnosti da proizvodi konstrukcije koje zadovoljavaju specificirane zahteve i predviđa osnovu za procenu proizvođačeve podobnosti za zavarivanje.

Ovaj standard je pogodan kad se dokazuje podobnost proizvođača da proizvodi zavarene konstrukcije, ispunjavajući zahteve kvaliteta, koji su specificirani u specifikacija, standardima proizvoda i/ili propisima.

¹ www.cen.eu- European Committee for Standardization

² www.iso.org- International Organization for Standardization

Zahtevi sadržani u ovom standardu mogu biti usvojeni u celosti ili mogu biti selektivno primenjeni od strane proizvođača ukoliko nisu primenljivi za posmatranu konstrukciju.

Izbor prikladnog nivoa dela ISO 3834, specificiranjem zahtevanog nivoa zahteva kvaliteta, treba da bude u saglasnosti sa standardom proizvoda, specifikacijom, propisima, ili ugovorom.

Proizvođač bira jednu od tri dela specificiranih zahteva kvaliteta bazirajući se na sledeće povezanosti sa proizvodom: obim i važnost proizvoda kritičnih za bezbednost (sigurnost), složenost proizvodnje, stepen složenosti izrade proizvoda, vrste primenjenih materijala.

Stateški ciljevi industrije zavarivanja do 2020 god. prema američkom društvu za zavarivanje- AWS (American Welding Society)³ su: tržište i klijenti, obrazovanje i radna snaga, poslovna praksa i ekonomija, dostignuća u informacionoj tehnologiji, kvalitet, pouzdanost i mogućnost servisiranja, regulacija, sertifikati i standardi, integracija proizvoda i procesa, razvoj materijala, bezbednost i zdravlje i nove tehnološke strategije.

Industrija zavarivanja ne treba “ponovo da pronalazi točak”. Treba da postoji širok pristup već razvijenim procedurama. S tim u vezi, istorija prošlih rešenja treba da bude lako dostupna u bazi podataka. Industrija zavarivanja treba da preuzme vođstvo u postavljanju i održavanju ovih sistema zasnovanih na znanju, tako da sve zainteresovane strane mogu da iskoriste napredak u industriji. Mogućnost modeliranja i analize zavarenih spojeva biće važan korak u poboljšanju njihovog kvaliteta [2].

Gotovi softverski paketi za uvođenje sistema kvaliteta ISO 9000, daju rešenje za samo određene tipove preduzeća, ali i u takvim preduzećima posle izvesnog vremena primećuju se određeni nedostaci koje ponuđeni softverski paket ne može da prevaziđe. Naime, prema istraživanjima od 3800 softverskih kuća samo 20% njih ima uveden sistem kvaliteta. Većina njih smatra da sistem kvaliteta ISO 9000 nisu relevantni njihovim potrebama, iako su kompanije u oblasti softverske industrije suočene sa padom kvaliteta i niskom produktivnošću [77].

Sa druge strane softverski paketi iz oblasti menadžmenta zavarivanja omogućavaju samo ažuriranje dokumentacije u elektronskom obliku, ali ona nije sastavni deo sistema menadžmenta kvaliteta ISO 9000, niti uspunjava zahteve koje propisuje standard SRPS EN ISO 3834 [12, 16,70, 75,76].

Baze podataka za kvalifikaciju zavarivača, specifikaciju tehnologije zavarivanja i kvalifikaciju tehnologije zavarivanja Instituta za zavarivanje TWI⁴ prikazane su na sl. 1.

³ www.aws.org- American Welding Society

⁴ www.twi.co.uk- The Welding Institute (TWI), UK

WPQ printout sample

The screenshot shows a 'Welder Personal Qualification Record' for XYZ Fabrications Ltd. It includes fields for Name, Address, Date of Birth, and a photograph. Below this, there are sections for 'Welder Qualification' and 'Welder Performance' with various data points and checkboxes.

WPS printout sample (page 1)

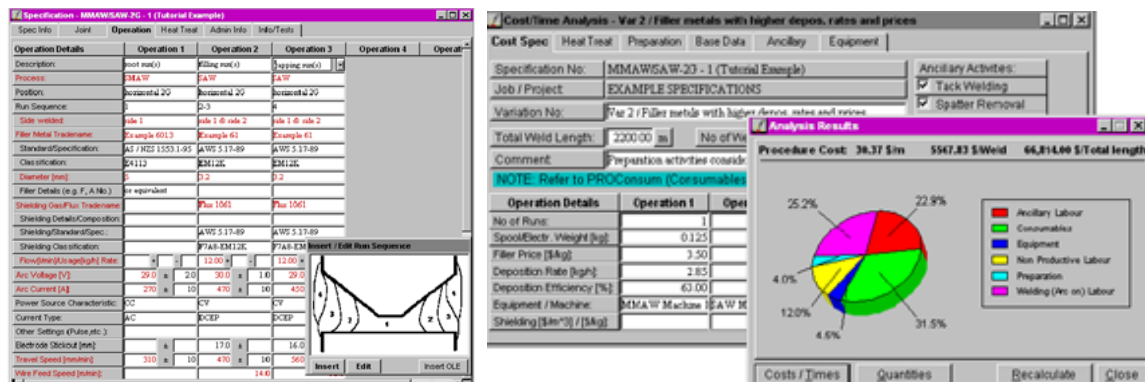
The screenshot displays a 'Welding Procedure Specification' for XYZ Fabrications Ltd. It contains detailed technical data including material specifications, filler metal, and welding parameters. A table at the bottom lists 'Filler Metals' with columns for material, grade, and other specifications.

PQR printout sample (page 1)

The screenshot shows a 'Procedure Qualification Record' for XYZ Fabrications Ltd. It includes a table with columns for 'Welder', 'Welding Procedure', 'Material', and 'Date'. There are also diagrams of a weld joint and a table for 'Welder Qualification'.

Slika 1. Baze podataka sertifikovanih zavarivača (WPQ), specifikacija tehnologija zavarivanja (WPS) i kvalifikacija tehnologija zavarivanja (PQR) Instituta za zavarivanje (TWI)

Na sl. 2 prikazane su baze podataka za specifikaciju tehnologije zavarivanja i proračun troškova softverskog paketa PROWELD.



Slika 2. Specifikacija tehnologije zavarivanja i proračun troškova

Softverski paketi ovih proizvođača su usko specijalizovani i namenski programirani za specifične oblasti kao što su baze podataka sertifikovanih zavarivača (WPQ- *Welder Personal Qualification*), specifikacija tehnologija zavarivanja (WPS- *Welding Procedure Specification*), kvalifikacija tehnologija zavarivanja (PQR- *Procedure Qualification Records*), proračuna troškova i nisu sveobuhvatni u smislu potpunog modelovanja procesa zavarivanja. Ove baze podataka nisu međusobno povezane tako da ne omogućavaju kompletnu sliku o procesu zavarivanja, pa je bio potreban integralni sistem modelovanja podataka, koji prati i podržava sve faze prema standardu SRPS EN ISO 3834.

Zabluda je da neko drugi može uraditi posao uvođenja sistema kvaliteta ISO 9000 po principu "ključ u ruke". Naručen posao po ovom principu znači da se kupuje nečije tuđe rešenje, za tuđe uslove rada, i ma koliko ga platili nikada, neće proraditi. Neće proraditi jer je svako naše preduzeće "grbavo" na svoj način i za njega treba skrojiti odelo po meri. Pošto kadrovi iz preduzeća nisu učestvovali u realizaciji, oni ne razumeju šta je urađeno, ne prihvataju "tuđa" rešenja i bojkotuju uvođenje. Osnovna načela od kojih se polazi pri korišćenju CASE alata BPwin i ERwin-a glase:

- Svaki proces mora delovati kao nezavisna celina, ali tako da se skladno uklapa u delove celog sistema.

- Uključivanje pojedinih procesa treba da bude jednostavno i brzo.

- Treba omogućiti da se neprekidno može raditi na usavršavanju procesa zbog primene zakonskih propisa, revizija standarda, uslova poslovanja i uklanjanja nedostataka, primene nove tehnologije, pojave novih softverskih alata itd. [72].

Za opis rada poslovnog sistema veliki je problem što ne mogu da se koriste prirodni jezici jer su dvosmisleni. S druge strane precizan opis preko formalnih jezika je nerazumljiv za većinu ljudi.

Ono što nam je potrebno, jeste tehnika koja organizuje prirodne jezike na taj način da eliminiše dvosmislenost i omogući efikasnu komunikaciju i razumevanje. Pokazalo se da je postupak modeliranja jedna od najefektivnijih tehnika za razumevanje i jednoznačnu komunikaciju između projekatata i korisnika.

U procesu modeliranja, eliminišu se detalji, čime se umanjuje vidljiva kompleksnost sistema koji se proučava. Grafičke prezentacije (uglavnom pravougaonici i linije), se koriste da bi obezbedile da većina ljudi razmišlja o procesu modeliranja kao o slikovitoj prezentaciji (jedna slika zamenjuje 1000 reči). Pored grafičkog prikaza potrebno je dati i precizne definicije predmeta koji se pojavljuju u modelu, kao i propratni tekst, koji je kritičan prema modelu koji vrši svoju ulogu, kao sredstvo komunikacije.

Ovakav pristup nametnulo je potrebu za apstrakcijom kojom se izvodi kontrolisano isključivanje detalja tj. izvlače se zajedničke karakteristike u opisivanju nekog sistema. Tako je na višim nivoima apstrakcije sistem opisan jasnije a na nižim detaljnije.

S druge strane, još uvek u velikim firmama postoje hardverske konfiguracija gde je korisnički softver razvijen obično u jeziku treće generacije (najčešće COBOL) bez odgovarajuće prateće dokumentacije, a preduzeće želi da pređe na relativno jeftin i moćan kompjuterski sistem, obično je to mreža PC-a definisana po principima klijent server arhitekture.

Imajući i ovu situaciju u vidu modeliranja treba da bude "jezik" za komunikaciju između korisnika i analitičara i da omogući preciznu i formalizovanu "specifikaciju zahteva"[73].

U današnjem svetu intenzivnih promena i inovacija, informacije (podaci) predstavljaju esencijalno važan pojam. Njihovo skladištenje i obrada bitan su aspekt u konstruisanju velikih softverskih sistema, pa s' toga veliki proizvođači ulažu značajna sredstva u razvoj baza za skladištenje podataka, kao i u sisteme za manipulaciju tim istim podacima

Postoje tri trenutno aktuelne tehnologije vezane za baze podataka i sisteme za upravljanje bazama podataka:

- Relacione baze podataka (Relational Data Bases, RDB)
- Objektno- relacione baze podataka (Object- Relational Data Bases, ORDB)
- Objektno- orjentisane baze podataka (Object- Oriented Data Bases, OODB)

Razvoj informacione tehnologije karakteriše zaostajanje softvera u odnosu na hardver, što se često naziva softverska kriza. Rešenje softverske krize je u iskorišćenju osobina inženjera proverenih u praksi. Kao rezultat nastaje softversko, kao disciplina, pre više od trideset godina. Automatizacija softverskog inženjeringa na računaru se izvodi posebnim CASE (Aided Software Engineering) alatom. CASE alati omogućavaju da razvijanje softvera postane inženjerska delatnost. CASE alati koji mogu biti viši i niži mogu podrčavati različite tehnike modeliranja poslovnih sistema:

- ER metodologija po notaciji Chen-a i Bachman-a
- SSA – strukturna sistemska analiza za modeliranje funkcionalnog aspekta posmatranog sistema) po notaciji Yourdon/de Marco, Gane/Sarson, Ward/Mellor.
- Dijagrami toka podataka (flow chart)
- Funkcionalne hijerarhije (dekompozicija poslovnih procesa)
- Objektno-orjentisane metodologije, kao OMT i Grady Booch
- Dijagrami tranzicije stanja

IDEF 0 metodologija je razvijena od strane ratnog vazduhoplovstva SAD 70-tih godina kao metoda za planirane proizvodnje, a 1993. god. je zajedno sa IDEF1X metodom modeliranja podataka proglašena standardom od strane vlade SAD. Od 1993. god. je u upotrebi u vojsci RS.

Metode za modeliranje procesa su IDEF0 i biće prezentovane kroz BPwin 1.8 CASE alat firme LogocWorks. Tokom 60-tih i 70-tih godina Douglas T. Ross je razvio tehnike modeliranja poznate kao SADT (Structured Analysis & Design Technique).

Prihvatajući SADT tehniku avijacija SAD su razvile SADT kao deo ICAM (Integrated Computer Aided Manufacturing) programa tokom kasnih 70-tih, koje su dobile naziv tehnike

IDEF0 (Integrated Computer Automated Manufacturing Definition). Cilj ICAM programa je bio da se poboljša proizvodna produktivnost primenjivanjem kompjuterske tehnologije. Učesnici u izgradnji ICAM programa su uvideli sve prednosti korišćenja IDEF0 tehnike jer tekstualni opis ne predstavlja efikasan način da se dokumentuje proces.

U ranim 90-tim, IDEF Users Group, u kooperaciji sa National Institutes for Standards and Technology (NITS), je preduzela određene napore za stvaranje standarda za IDEF0, publikujući ih 1993. godine (U.S. Government standards documents), poznatim kao FIPS. Ovi standardi su pod pokroviteljstvom Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) i prihvaćene su od strane International Organization of Standards (ISO).

Relaciona baza podataka stvara takav tip strukture koji se koristi za izražavanje odnosa podataka u obliku jednostavnih dvodimenzionalnih tabela. Za razliku od većine drugih baza podataka (hijerarhijskih i mrežnih) relaciona baza podataka ima solidne teoretske osnove, za koje najveće zasluge ima E.F.Codd, koji je objavio prve rezultate svojih istraživanja već 1969. god. Budućnost ovog sistema je velika, jer je za korisnika relacioni sistem znatno jednostavniji od ostalih [73].

3. METODOLOŠKI KONCEPT

U okviru metodološkog koncepta definisani su: problem, predmet, ciljevi, hipoteze i način istraživanja, metode, tehnike i postupci, kao i naučna i društvena opravdanost, odnosno mogućnost primene.

3.1. PROBLEM ISTRAŽIVANJA

Planiranje kvaliteta je veoma važno za uspešno poslovanje kompanije, koja treba da bude usmerena prema kupcima, odnosno da se prilagodi zahtevima tržišta.

Potrebno je da poslovno planiranje i planiranje sveukupnog kvaliteta budu međusobno integrisani. Kompanija koja nije u stanju da potvrdi da posluje u skladu sa zahtevanim kvalitetom osuđena je na propast. Kompanija koja se bavi zavarivanjem kvalitet mora ugraditi u proizvod, a to je moguće ako se konstantno poboljšavaju poslovno-proizvodni procesi, kao i sveobuhvatnim uključivanjem svih zaposlenih, na čelu sa rukovodstvom preduzeća od faze ugovaranja, preko projektovanja i konstruisanja, do izrade, kontrole i načina utvrđivanja usaglašenosti i sledljivosti.

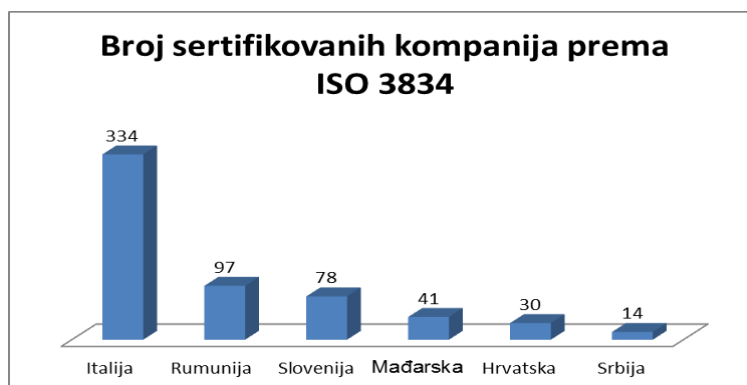
Da bi se to postiglo potrebno je izvršiti: modelovanje procesa zavarivanja, uočavanje zahteva kupaca, uvođenje standarda EN ISO 3834 i kao rezultat će uslediti unapređenje poslovanja i konkurentnost preduzeća.

Prema dokumentu američkog udruženja za zavarivanje- ``Vizija zavarivačke industrije`` (*American Welding Society- Vision for Welding Industry*) problem vezan za projektovanje je taj što danas ne postoji modeliranje zavarivačkih procesa.

Sa druge strane kod nas postoji svega 14 sertifikovanih firmi, koji zadovoljavaju zahteve standarda EN ISO 3834- Zahtevi kvaliteta pri zavarivanju metalnih materijala topljenjem, a koja u svom proizvodnom programu ima proizvode dobijene putem zavarivanja, prema podacima evropske federacija za zavarivanje, spajanje i rezanje- EWF (*European Federation for Welding, Joining and Cutting*) i međunarodnog institute za zavarivanje IIW (*International Institute of Welding*), koja izdaje sertifikat preko akreditovanog nacionalnog tela za sertifikaciju kompanija ANBCC (*Authorised National Body Certification Company*) Zavod Cert.

Standard EN ISO 3834 razvijen je da bi se identifikovali svi faktori, koji mogu uticati na kvalitet zavarenog proizvoda, a zahtevaju kontrolisanje pre, u toku i nakon zavarivanja. Na taj način omogućeno je kompanijama da dokumentuju kvalitet zavarenog proizvoda bez potpune dokumentacije, koja se zahteva sistemom menadžmenta kvaliteta ISO 9000. Sa druge strane, kompanije koje poseduju ISO 9000, već imaju potpuno dokumentovan sistem kvaliteta i lako se mogu sertifikovati prema EN ISO 3834.

Što se tiče zemanja u okruženju (sl.3), broj sertifikovanih firmi prema standardu EN ISO 3834 u Italiji je 334, u Sloveniji je 78, u Hrvatskoj je 30, u Rumuniji je 97, u Mađarskoj je 41, dok u Bugarskoj, BiH i Makedoniji nije registrovana ni jedna firma.



Slika 3. Broj sertifikovanih kompanija prema EN ISO 3834 u pojedinim zemljama regiona
(izvor: European Welding Federation, www.ewf.be)

3.2. PREDMET ISTRAŽIVANJA

Razvoj tehnologije zavarivanja diktiraju potrebe tržišta u pogledu kratkog ciklusa razvoja zavarenog proizvoda kao i ostvarenje zahtevanog kvaliteta proizvoda uz prisupačniju cenu i zadovoljenje bezbednosti- sigurnosti i pouzdanosti.

Da bi se to postiglo potrebno je projektovati tehnologiju zavarivanja, na taj način da se izaberu optimalni procesi i parametri zavarivanja, koji će omogućiti postizanje maksimalne ekonomičnosti putem minimizacije troškova zavarivanja, povećanje kvaliteta i pouzdanosti.

Zahtevi koje pred proizvođača zavarenih proizvoda postavlja serija standarda EN ISO 3834, nemoguće je ostvariti bez postojanja odgovarajućih procedura koja opisuje integralni proces zavarivanja.

Svaku proceduru moraju pratiti i neophodni dokumenti, izveštaji i zapisi koji se moraju ažurirati, održavati i čuvati u određenom vremenskom periodu i od strane odgovornog stručnog lica.

Zbog velikog obima i protoka informacija najlakši, najefikasniji i najsigurniji način je formiranje baze podataka i ažuriranje-unošenje, izmena i čuvanje podataka u elektronskoj formi koja se dobija modeliranjem podataka i procesa IDEF0 i IDEF1X metodologijom, čija je softverska realizacija BPwin i ERwin CASE alat, donosno program.

3.3. CILJ ISTRAŽIVANJA

Cilj istraživanja je da se:

- Izvrši modelovanje procesa zavarivanja korišćenjem CASE alata BPwin.
- Kroz model podataka, korišćenjem CASE alata ERwin, stvori pretpostavka za izbor i generisanje budućih tabela u izabranom sistemu za upravljanje bazom podataka (SUBP) i izradi dokumentacija, u elektronskoj formi, prema standaradu SRPS EN ISO 3834- Zahtevi kvaliteta pri zavarivanju i sistema kvaliteta ISO 9000.
- izvrši realizacija korišćenjem sa server strane SUBP SQL Server, a sa klijent strane MS ACCESS.

Pored zadovoljenja kvaliteta na ovaj način se smanjuje i vreme projektovanja tehnologije zavarivanja, kao i povećanje pouzdanosti zavarene konstrukcije, jer se mogu izabrati neka rešenja, čije su tehnologije zavarivanja već kvalifikovane. Na taj način će podaci o nekoj prethodnoj tehnologiji zavarivanja biti dostupni u svakom trenutku i tako smanjiti vreme potrebno za projektovanje nove tehnologije zavarivanja koja je slična sa nekom ranije primenjenom tehnologijom. Pored smanjenja vremena projektovanja tehnologije zavarivanja moguće je i obezbeđivanje boljeg izbora procesa zavarivanja i parametara zavarivanja što utiče na smanjenje grešaka i popravki.

3.4. HIPOTEZE ISTRAŽIVANJA

Pre početka istraživanja postavljene su sledeće hipoteze:

- Modelovanje procesa zavarivanja omogućiti će brže organizacione promene.
- Izrađena aplikacija omogućiti će stvaranje modela podataka i služi će kao dokumentacija i uputstvo za opis kompleksnih poslovnih procesa i procedura zahtevanih standardom SRPS EN ISO 3834- Zahtevi kvaliteta pri zavarivanju i sistema kvaliteta ISO 9000.
- Primenom kompjuterske tehnologije povećati će se produktivnost i kvalitet pri zavarivanju.
- Stvaranjem baze znanja tehnologija zavarivanja i izborom optimalnog postupka zavarivanja unapredi će se projektovanje tehnologije zavarivanja.

3.5. METODE ISTRAŽIVANJA

Posebne naučne metode među kojima su: analitičko-sintetička metoda, metoda apstrakcije i konkretizacije, metoda apstrakcije i specijalizacije i metoda klasifikacije upotrebljene su kod funkcionalne dekompozicije procesa zavarivanja, odnosno njegovog rastavljanja na niže nivoe, sve do osnovnih, elementarnih operacija.

Posebna naučna metoda, analitičko- sintetička metoda korišćena je da bi se izvrila analiza procesa zavarivanja tj. rastavljanje (apstrakcija) celine na delove, na taj način što je proces dekomponovan na niže nivoe, odnosno proces zavarivanja je rasčlanjen do najnižih, elementarnih funkcija. Analiza se koristila kod aktivnosti kreiranja ER modela i aktivnosti kreiranja atributa, a sinteza kod aktivnosti definisanja poslovnih pravila.

Metoda apstrakcije i konkretizacije korišćena je pri izdvajanju pojedinih, određenih, opštih ili posebnih svojstava jedinstvene stvari. Metoda apstrakcije je korišćena kod aktivnosti definisanja dekompozicionog dijagrama

Metoda apstrakcije i specijalizacije upotrebljena je da se preko specijalizacije izvrši prelaz od saznanja opštih odredaba predmeta (tehnologije zavarivanja), ka saznanju njihovih posebnih i individualnih odredaba.

Metoda klasifikacije je korišćena prilikom istraživanja kao konkretna i objektivno predmetna sistematska podela nekog opšteg ili složenog predmeta ili pojave (projektovanja tehnologije zavarivanja).

Opšta naučna metoda- metoda modelovanja upotrebljena je pri modelovanju procesa zavarivanja uz primenu standarda IDEF0, čija je softverska realizacija program BPwin, kao i za modelovanje podataka tehnologije zavarivanja uz primenu standarda IDEF 1X, čija je softverska realizacija program ERwin. Kod modelovanja procesa zavarivanja koriste se blok dijagrami i dijagrami tokova, odnosno grafički prikaz povezanosti elemenata sistema tj. kako se formiraju kola povratnog dejstva i kako se kola sprežu formirajući sistem. Dijagram tokova pokazuje sva stanja sistema, tokove između stanja, funkcije upravljanja i informacione kanale.

Opšta naučna metoda- metoda crne kutije, koristi se kod određivanja granica sistema-procesa zavarivanja, gde se na osnovu ulaznih veličina, mehanizama i kontrole, dobijaju izlazne veličine tj. zavareni proizvod uz definisanje zakonitosti ponašanja sistema.

Kao ulazni elementi pojavljuju se informacije od državnih institucija, informacije od poslovnih partnera, prateća dokumentacija: zahtevani kvalitet, pouzdanost, sertifikati, atesti, i dr. Kao izlazni elementi biće posmatrane informacije ka poslovnom partneru, koje će biti prikazane u obliku zapisa, tabela i izveštaja. Okolina utiče na poslovni sistem preko različitih zakona i propisa, kao i standarda.

Za opis rada poslovnog sistema veliki je problem što ne mogu da se koriste prirodni jezici jer su dvosmisleni. Sa druge strane precizan opis preko formalnih jezika je nerazumljiv za većinu ljudi. Ono što nam je potrebno, jeste tehnika koja organizuje prirodne jezike na taj način da eliminiše dvosmislenost i omogući efikasnu komunikaciju i razumevanje. Pokazalo se da je postupak modeliranja jedna od najefektivnijih tehnika za razumevanje i jednoznačnu komunikaciju.

U procesu modeliranja, eliminišu se detalji, čime se umanjuje vidljiva kompleksnost sistema koji se proučava. Preostali detalji se organizuju na takav način da bi eliminisali dvosmislenost i istakli bitne informacije. Grafičke prezentacije (uglavnom pravougaonici i linije), se koriste da bi obezbedile da većina ljudi razmišlja o procesu modeliranja kao o slikovitoj prezentaciji. Pored grafičkog prikaza potrebno je dati i precizne definicije predmeta koji se pojavljuju u modelu, kao i propratni tekst, koji je kritičan prema modelu koji vrši svoju ulogu, kao sredstvo komunikacije.

U inženjerstvu, model se konstruiše pre nego što se izgradi fizički sistem. Postupak modeliranja dozvoljava da sistem može biti analiziran, shvaćen i što je možda i najbitnije - prenešen drugima.

Kada je u pitanju modeliranje vezano za integraciju informacionog sistema i zahteva standarda kvaliteta definisanog standardom ISO 9000 definišu se dva osnovna nivoa: modeliranje procesa i modeliranje podataka.

Za modeliranje integralnog procesa zavarivanja koristiće se standard za modeliranje procesa IDEF0 realizovan kroz BPwin CASE alat i IDEF1X standard za modeliranje podataka realizovan kroz ERwin CASE alat.

Naučno ispitivanje, kao metoda istraživanja tehnika i postupak, odnosno kao postupak prikupljanja podataka putem intervjua, upotrebljena je prilikom definisanja zahteva korisnika u pogledu izrade modela procesa i modela podataka, kao i kod definisanja željenih rezultata i načina prikazivanja rezultata tj. izveštaja.

Informatička metoda- informatičko modeliranje, kao metoda istraživanja tehnika i postupak, upotrebljena je prilikom modelovanja procesa zavarivanja.

Regresiona analiza je metoda matematičke statistike kojom je određena zatezna čvrstoća zavarenog spoja aluminijumske palete, koja se koristi za verifikaciju rešenja, a vrši se putem matričnog računa.

Disperziona analiza se koristi za određivanje signifikantnosti koeficijenata regresije i adekvatnosti pretpostavljenog matematičkog modela zatezne čvrstoće zavarenog spoja.

3.6. MOGUĆNOST PRIMENE

Predloženi način rada modelovanja integralnog procesa zavarivanja korišćenjem BPwin i Erwin CASE alata je prototipski i omogućuje nam da generišemo softver koji odgovara potrebama preduzeća, koja se bave zavarivanjem radi uvođenja standarada SRPS EN ISO 3834- Zahtevi kvaliteta pri zavarivanju i sistema kvaliteta ISO 9000, kao i stvaranje baze znanja tehnologija zavarivanja.

IDEF0 i IDEF1X je tehnika modeliranja bazirana na kombinaciji grafike i teksta koji su predstavljeni na organizovan i sistematičan način da bi se povećala razumljivost, odnosno obezbedila logika za potencijalne izmene, specificirane zahteve, tj. podržala analizu sistema po nivoima. Standardi IDEF0 i IDEF1X su prihvaćeni od strane ISO organizacije kao standardi za uvođenje sistema kvaliteta ISO 9000.

IDEF0 i IDEF1X metodologija omogućuje:

- Izvršenje analize sistema na svim nivoima, za sistem sastavljen od ljudi, mašina, materijala i informacija,
- Stvaranje dokumentacije prema standaradu EN ISO 3834- Zahtevi kvaliteta pri zavarivanju i sistema kvaliteta ISO 9000,
- Bolju komunikaciju između analitičara, korisnika i menadžera,

- Bolju organizaciju, sistematizaciju i brži i jednostavniji pristup informacijama, koje su lako dostupne u svakom trenutku i sa različitih lokacija,
- Diskusiju u radnom timu da bi se postiglo međusobno razumevanje,
- Upravljanje velikim i složenim projektima,
- Unapređenje tehnologije zavarivanja izborom optimalnog postupka zavarivanja i stvaranjem baze znanja tehnologija zavarivanja i
- Povećanje produktivnosti i kvaliteta zavarenih proizvoda, a samim tim i konkurentnosti preduzeća.

4. REALIZACIJA ISTRAŽIVANJA

Realizacija istraživanja predstaviće primenu IDEF0 i IDEF1X standarda, za modelovanje procesa i podataka integralnog procesa zavarivanja.

4.1. MODEL PROCESA ZAVARIVANJA- FUNKCIONALNO MODELIRANJE

Aktivnost funkcionalno modeliranje ostvaruje se CASE alatom BPWin, a za modeliranje integralnog procesa zavarivanja se koristi standard IDEF0. U nastavku su detaljno razrađene aktivnosti funkcionalnog modeliranja.

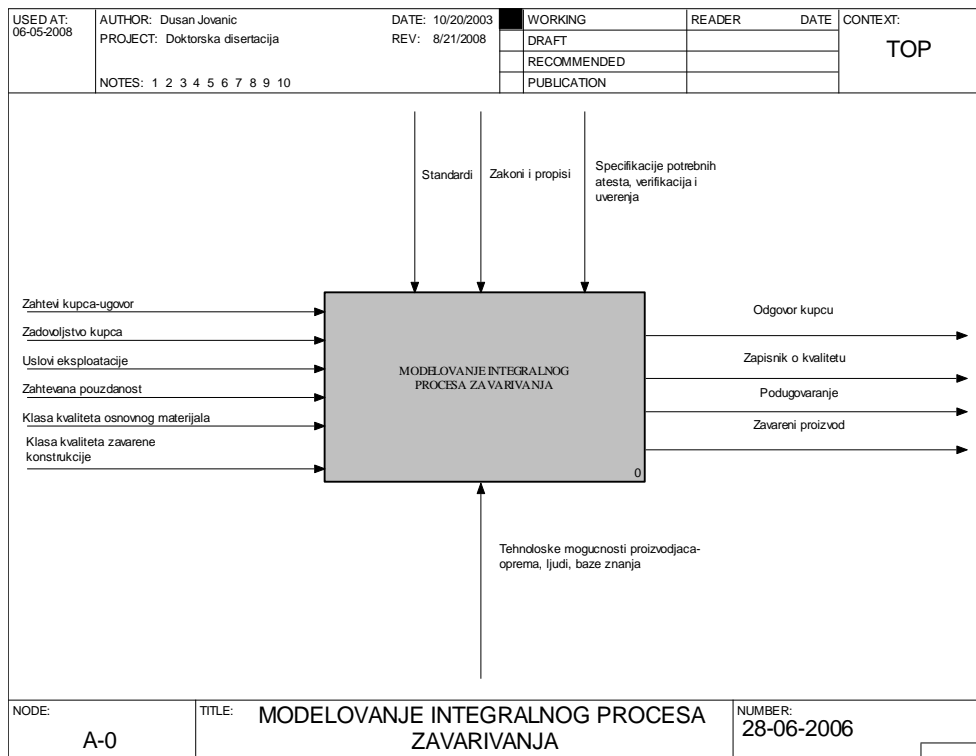
U okviru ove aktivnosti definišaćemo granice sistema i stablo aktivnosti za modelovanje integralnog procesa zavarivanja i izvršiti verifikaciju stabla aktivnosti. Funkcionalna dekompozicija procesa zavarivanja izvršena je na osnovu definisanje granica sistema i definisanje stabla aktivnosti.

Modeliranje integralnog procesa zavarivanja usklađeno je sa zahtevima standarda SRPS EN ISO 3834- Zahtevi kvaliteta pri zavarivanju, koji u pogledu obezbeđenja sistema kvaliteta proizvoda propisuju postojanje odgovarajuće dokumentacije.

Izlaz iz procesa je dokumentacija- zapisi o kvalitetu, koja će omogućiti sledljivost i ponovljivost procesa, odnosno isti kvalitet za svaki naredni proizvod. Može se reći da dokumentacija poboljšava rutinu i obezbeđuje kvalitet. Osim toga, formira se i baza podataka, koja će u svakom trenutku biti dostupna, tako da je njenim pretraživanjem omogućeno saznanje, odnosno dobijaju se informacije o prethodnim postupcima zavarivanja.

Na ovaj način omogućići će se preduzećima da poseduju u **elektronskom obliku** svu neophodnu dokumentaciju prema standardu SRPS EN ISO 3834 - Kontrola kvaliteta pri zavarivanju, kako bi se obezbedila njihova lakša sertifikacija za izvođenje zavarivačkih radova prema evropskoj normi, a u skladu sa šemom i uputstvima Evropske federacije za zavarivanje, spajanje i rezanje (EWF) i međunarodnog institute za zavarivanje IIW.

Kontekсни dijagram na sl. 4 definiše okvir modela procesa zavarivanja.



Slika 4. Konteksni dijagram modela projektovanja tehnologije zavarivanja

Ulazne veličine su:

- zahtevi korisnika definisane ugovorom, kao što su: rokovi, cena, kvalitet, vek trajanja itd.
- Zadovoljstvo kupca, na osnovu proizvođačke specifikacije urađene za konstrukcije proizvedene za kupce koji su nepoznati proizvođaču u vreme projektovanja i proizvodnje,
- uslovi eksploatacije, koji obuhvataju: radnu sredinu, radna i zaostala naprezanja, temperaturu, habanje, koroziju itd.
- zahtevana pouzdanost, koja mora biti manja ili jednaka od izvedene pouzdanosti,
- klasa kvaliteta zavarenog spoja- zavarene konstrukcije, može biti u klasi B, C, D i
- klasa kvaliteta osnovnog materijala.

Od tipa konstrukcije i svrhe zavarenog proizvoda zavisi koji se zahtevi postavljaju kao primarni, odnosno zavisi obezbeđenje određenih mehaničkih i specijalnih osobina, kao što su: vatrootpornost, otpornost na koroziju, otpornost na habanje, otpornost na visoke temperature itd.

Izlazne veličine su:

- odgovor kupcu na zahtev za ponudu,
- podugovaranje, gde je potrebno definisati rokove i dodatne troškove,
- zapisnik o kvalitetu i
- zavareni proizvod- tehnička dokumentacija.

Kao **kontrola** u procesu projektovanja tehnologije zavarivanja javljaju se:

- standardi,
- specifikacija potrebnih atesta, sertifikata i uverenja (pogona, opreme i uređaja, osnovnog materijala, potrošnog materijala, zavarivača (IW- *International Welder*), tehnologa za zavarivanja (IWT- *International Welding Technologist*), inženjera za zavarivanje (IWE- *International Welding Engineer*), inspektora za zavarivanje (IWI- *International Welding Inspector*), specijalista za zavarivanje (IWS- *International Welding Specialistt*), osoblja za ispitivanje bez razaranja (NDT- *Non Destructive Testing*) i

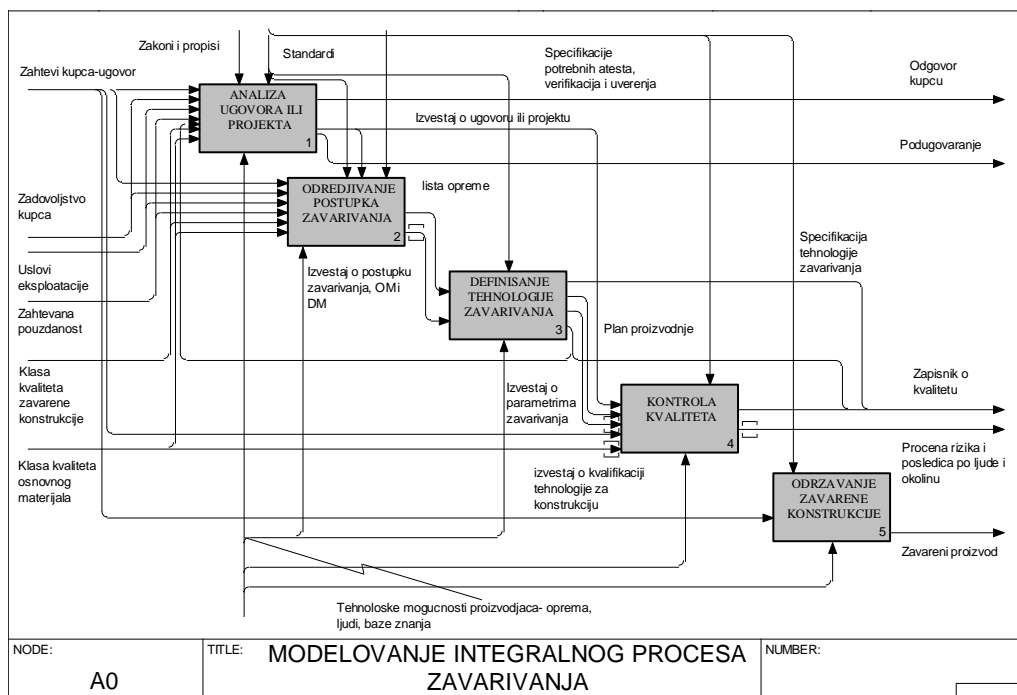
- zakoni i propisi,

Mehanizmi u ovom slučaju su:

- tehnološke mogućnosti proizvođača, iskazane preko opreme, ljudi, prostora i iskustava (baza znanja i podataka).

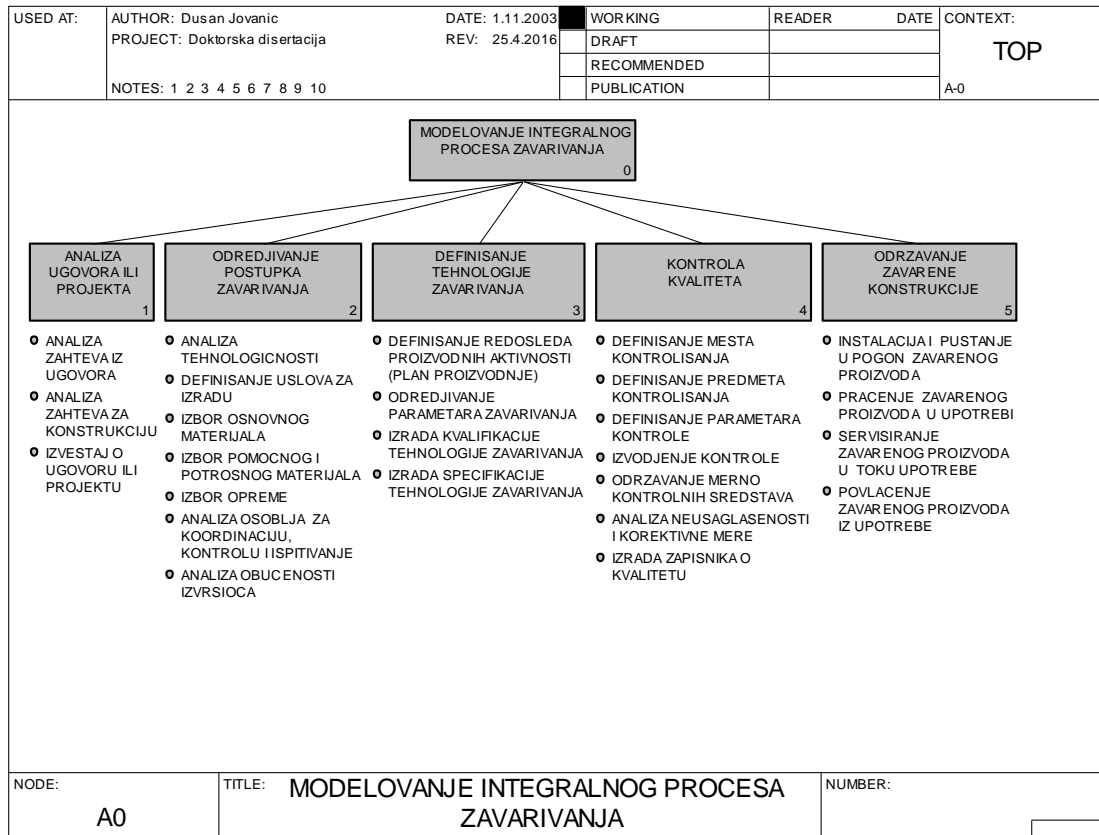
Dekompozicioni dijagram, prikazan na sl. 5, definiše nivoe i detaljnost projektovanja tehnologije zavarivanja. Aktivnost projektovanje tehnologije zavarivanja u prvom nivou je dekomponovana na pet aktivnosti:

- analiza ugovora ili projekta,
- određivanje postupka zavarivanja,
- definisanje tehnologije zavarivanja,
- kontrola kvaliteta i
- održavanje zavarene konstrukcije.



Slika 5. Dekompozicioni dijagram projektovanja tehnologije zavarivanja

Na sl. 6 je prikazano stablo aktivnosti projektovanja tehnologije zavarivanja.



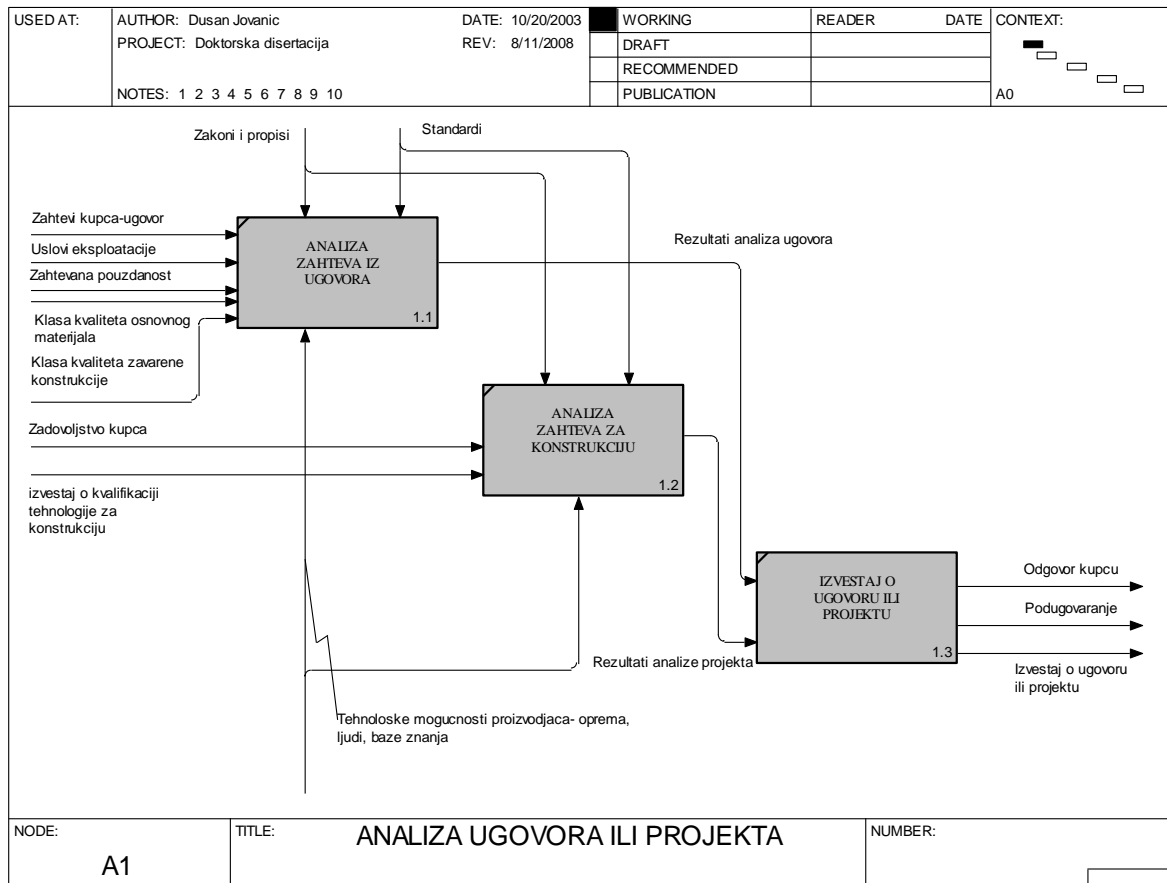
Slika 6. Stablo aktivnosti projektovanja tehnologije zavarivanja

4.1.1. Analiza ugovora ili projekta

Svrha preispitivanje zahteva iz ugovora i tehničkog preispitivanja jeste da obezbedi da je kompanija u potpunosti u stanju da ispuni sve zahteve kupaca i da se proverii da li postoje zapisi o tehničkom preispitivanju, kao i da li kompanija raspolaže sa adekvatnim prostorom, osobljem i opremom za izvođenje procesa zavarivanja.

Na sl.7 prikazan je dekompozicioni dijagram za aktivnost analiza ugovora ili projekta koja se sprovodi preko:

- analize zahteva iz ugovora,
- analize zahteva za konstrukciju- tehničko preispitivanje i
- izveštaj o ugovoru ili projektu.



Slika 7. Dekompozicioni dijagram za aktivnost analiza ugovora ili projekta.

4.1.1.1. Analiza zahteva iz ugovora

Preispitivanje zahteva se vrši nakon dobijanja zahteva za ponudu, a pre nego što se da ponuda. Dokumenti koji su u upotrebi pri preispitivanju zahteva je zahtev za ponudu. Nakon preispitivanja zahteva dostavlja se ponuda i potpisuje se ugovor na osnovu kojeg se kreće u realizaciju zavarenog proizvoda. Ukoliko dođe do bilo kakve promene ugovora u pogledu termina, cena, promene osnovnog ili potrošnog materijala ili inženjerskih promena, proizvođač mora tražiti odobrenje od projektanta i investitora- kupca.

Ukoliko se radi zavareni proizvod za skladište ili za nepoznatog kupca proizvođač vrši preispitivanje zahteva zajedno se tehničkim preispitivanjem. Preispitivanje zahteva nije neophodno izvršiti ako je kompanija ranije isporučivala identičan ili sličan proizvod.

Preispitivanja zahteva vrši se u obliku zapisa o preispitivanju zahteva koji sadrži:

a) standard prema kojem se radi proizvod proizvoda:

- da li se proizvod odnosi na neku direktivu EU,

- da li postoje standardi vezani za proizvod (ISO, EN, DIN, SRPS standard),
- da li korisnik ima postojeći standard proizvoda,
- nivo kvaliteta proizvoda (B, C, D) i kriterijumi prihvatljivosti prema ISO 5817,
- mehaničke, termičke i hemijske karakteristike zavarenih spojeva i
- ostale dodatne zahteve.
 - b) zahtevi zakona i propisa,
 - c) dodatni zahtevi definisani od strane proizvođača i
 - d) sposobnost proizvođača da ispunjavaju propisane zahteve.

4.1.1.2. Analiza zahteva za konstrukciju- tehničko preispitivanje konstrukcije

Svrha tehničkog preispitivanje je da se razmotre tehnički detalji koje treba uzeti u obzir prilikom razmatranja zahteva (ili ugovora). Tehničko preispitivanje je odgovornost koordinatora zavarivanja- inženjera za zavarivanje. Tehničko preispitivanje nije neophodno da se ponovo izvrši ako je proizvod ranije proizvođen tj. ako je ranije urađeno i potvrđeno tehničko preispitivanje.

Tehnički preispitivanje vrši se nakon dobijanja zahteva za ponudu, odnosno u toku inicijalne faze planiranja, dokumentuje se zapisom i treba da pokrije pitanja predstavljena u tački 5.3 ISO 3834-2, kao što su:

a) Specifikacija osnovnog materijala i osobine zavarenih spojeva:

- zavarljivost ,
- hemijski sastav,
- čvrstoća,
- žilavost,
- debljina materijala,
- otpornost na koroziju,
- otpornost na habanje,
- karakteristike na visokoj temperaturi,
- kvalitet površine osnovnog materijala i
- druge karakteristike.

b) Zahtevi kvaliteta i prihvatljivost zavara:

- nivo kvaliteta (B, C, D),

- nivo prihvatanja (zavisi od metode ispitivanja) i
- kriterijum prihvatljivosti.

c) Mesto, pristupačnost i redosled izvođenja zavara, uključujući i pristupačnost za kontrolisanje i ispitivanje bez razaranja:

- odgovarajući položaji za zavarivanje prema SRPS EN ISO 6947,
- oprema za zavarivanje,
- polaganje zavara treba da omogući povoljnu raspodele napona u radnom komadu,
- kontrolisanje se mora sprovesti u obimu i nivou koji je zahtevan ugovorom.

d) Specifikacije tehnologije zavarivanja (WPS- Welding Procedure Specification):

- izraditi sve zahtevane specifikacije tehnologije zavarivanja- WPS liste i
- proveriti sa investitorom da li su WPS liste neophodne za sve spojeve.

e) Procedure za ispitivanja bez razaranja (NDT):

- definisati koje ispitivanje bez razaranja (NDT) će se sprovesti i u kom obimu,
- definisati da li će kompanija obavljati potrebno NDT samostalno ili putem podugovaranja i
- definisati da li postoje neophodne pisane procedure za ispitivanje bez razaranja- NDT.

f) Procedure termičke obrade:

- definisati potrebne procedure za predgrevanja i/ili termičku obradu nakon zavarivanja,
- da li će kompanija obavljati potrebno predgrevanja i/ili termičku obradu nakon zavarivanja,
- Da li postoje odgovarajuće procedure za predgrevanja i/ili termičku obradu nakon zavarivanja.

g) Kvalifikacije tehnologije zavarivanja (WPQR- Welding Procedure Qualification Records):

- kako tehnologija zavarivanja treba biti kvalifikovana (npr. ISO 15607),
- dodatni uslovi,
- kriterijum za ispitivanje tehnologije zavarivanja,
- da li postoje odgovarajuće zapisi o kvalifikaciji tehnologije zavarivanja.

h) Kvalifikacija osoblja:

- koordinator za zavarivanje odnosno odgovorna osoba mora imati IWE diplomu ili neophodne kompetencije,
- zavarivači treba da imaju validne sertifikate zavarivača prema ISO 9606,
- operateri zavarivanja treba da budu kvalifikovali u skladu sa ISO 14732/ EN 1418 ili drugim važećim standardima,

- definisati da li su inspektori za NDT sertifikovani prema ISO 9712 ili EN 473.
- definisati da li postoje uslovi za kvalifikaciju lica koja obavljaju termičku obradu.

i) Izbor materijala, identifikacija i sledljivost:

- Koji je osnovni materijal, dostupnost nabavke, zavarljivost, posebne karakteristike,
- dobavljač, da li je već poznat i proveren- ocena dobavljača,
- kako se osnovni materijal identifikuje i sledljivost- prenos oznake, obeležavanja- identifikacija,
- da li će polazni materijal upotrebljen u proizvodu biti praćen (sledljiv),
- atesti osnovnog materijala sa brojem serije i brojem šarže,
- da li su odobreni osnovni materijal i potrošni materijal,
- atest potrošnog materijala sa brojem serije i brojem šarže.

j) Izbor zavarivača:

- zavarivači treba da imaju validne sertifikate zavarivača prema ISO 9606.

k) Identifikacija zavarenih spojeva:

- da se zahteva da zavari moraju da budu identifikovani tj. obeleženi o strane zavarivača- žigom zavarivača.

l) Kontrola kvaliteta

- da li je eksterna kontrola kvaliteta potrebna tokom proizvodnje, ko je vrši (kupac, nezavisno ispitno telo) i kada.

m) Kontrolisanje i ispitivanje:

- definisati koji delovi će biti ispitivani,
- obim ispitivanja,
- metode ispitivanja,
- faze ispitivanja,
- nivo ispitivanja.

n) Podugovaranje:

- zavarivanje,
- NDT ispitivanje,
- termička obrada nakon zavarivanja,
- definisati da li kupac treba da odobri podizvođača,
- kako treba izvršiti reviziju podizvođača,
- prethodno iskustvo pod-ugovaranja sa podizvođanjem, odobreni dobavljači.

o) termička obrada nakon zavarivanja:

- definisati zahteve kvaliteta prema ISO 17633 u vezi termičke obrade kod zavarivanja.

p) ostali zahtevi za zavarivanje:

- ispitivanje zavarenih spojeva,
- ispitivanje šarže potrošnog materijala,
- određivanje ferita u metalu šava,
- starenje,
- sadržaj vodonika,
- informacija o stalnim podloškama,
- primena njihanja,
- obrda površina,
- profil šava (zajedi, oblik korena, brušenje)
- plan zavarivanja.

r) Primena specijalnih metoda:

- ugao žleba,
- koreni gas,
- postizanje potpunog provara kod jednostranog zavarivanja.

s) Dimenzije i detalji pripreme žleba:

- vrsta spoja (sučeoni, ugaoni),
- priprema žleba prema EN ISO 9692,
- tolerancije.

t) Gde se vrši zavarivanje (u radionici, ili na terenu):

- gde se konačna montaža obavlja,
- da li su komponente proizvedene u različitim radionicama.

u) Radni uslovi od značaja za primenu procesa zavarivanja:

- niske temperature,
- vetar,
- vlaga,
- osvetljenje.

w) upravljanje neusaglašenostima:

- kako postupiti u slučaju neusaglašenosti,

- dodatna ispitivanja,
- alternativne metode ispitivanja,
- kako da nastavite ako su potrebne modifikacije nakon zaključenja ugovora,
- ko je ovlašćen da odobri promene,
- dokumentacija o promenama.

Tehnički zahtevi koji se razmatraju mogu se dopuniti i novim zahtevima po potrebi. U slučaju da zahtevi nisu primenjivi za dati slučaj obeležavaju se sa N/A (nije primenjivo).

Dokumentovanje tehničkog preispitivanja osim ček liste može biti i u obliku zapisnika sa detaljnim razmatranjem gore navedenih pitanja.

4.1.1.3. Izveštaj o ugovoru ili projektu

Izveštaj o ugovoru ili projektu potvrđuje sposobnost preduzeća da izvrši preuzete obaveze, odnosno da je u mogućnosti da obavi sve zavarivačke aktivnosti u skladu sa zahtevanim kvalitetom i zahtevima standarda SPSN EN ISO 3834. Ovaj izveštaj je neophodni deo zapisa o kvalitetu i može biti u obliku zapisnika ili ček liste.

U slučaju da je na osnovu preispitivanja zahteva i tehničkog preispitivanja zaključeno da se neki poslovi moraju poveriti podizvođaču moraju se definisati poslovi podugovaranja i procedure.

Procedura se odnosi na usluge podugovaranja koje kompanija namerava eventualno da koristi u zavarivanju, kontrolisanju, NDT ispitivanju, termičkoj obradi, baždarenju- kalibrisanju i održavanju.

- ***Podugovaranje***

Odgovorno lice, odnosno koordinator zavarivanja će se uveriti na osnovu tehničkog preispitivanja da podizvođač ima tehničke mogućnosti za proizvodnju takve da proizvod ispunjava uslove utvrđene od strane kupca, u skladu sa odgovarajućim stavkama prema ISO 3834 i da će rokovi biti ispunjeni.

Obim ocene zavisi koju vrstu- sistem kvaliteta podizvođač ima u upotrebi. Ako podizvođač radova ima ISO 3834-2, biće dovoljno samo usaglašavanja tehničke stručnosti i provera opreme. Podizvođač bez bilo kojeg dokumentovanog sistem kvaliteta treba podvrgnuti posebnom kvalitetu revizije sprovedena od strane kompanije. Tehničko preispitivanje može da obuhvati sledeće:

1) *specifikacije tehnologije zavarivanja-* WPS liste:
WPS liste podizvođača treba da budu proverene. Ako WPS liste nisu pogodne za proizvod koji se zavaruje, podizvođač će kvalifikovati nove tehnologije zavarivanja u skladu sa proizvodom i proizvodi će na osnovu tih kvalifikacija i novih specifikacije postupka zavarivanja.

2) *NDT ispitivanje:*

- ko će raditi NDT:
- podizvođač,
- proizvođač,
- nezavisno ispitno telo.

3) *Procedure termičke obrade:*

- da li je termička obrada potrebna,
- ko će biti ekspert za termičku obradu: sa strane proizvođača ili podizvođača.

4) *Kvalifikacija tehnologije zavarivanja:*

Tehnologije zavarivanja podizvođača moraju da budu kvalifikovane.

5) *Kvalifikacije osoblja:*

- da li su kvalifikacije osoblja podizvođača adekvatne (važeći sertifikati zavarivača sa odgovarajućim područjem uverenja- važnosti) ili su potrebne nove kvalifikacije zavarivača i/ili operatera,
- da li je imenovan odgovorni koordinator za zavarivanje i šta je njegov zadatak- odgovornost,
- da li je odgovorni koordinator za zavarivanje podizvođač.

6) *Materijal:*

- da li je proizvođač dostavlja materijale za podizvođača i kako su oni identifikovani i odvojeni od sopstvenih materijala podizvođača?
- Ako podizvođač sam kupuje materijal, potrebno mu je specificirati:
 - vrstu materijala (npr standard, sastav, dimenzija tolerancije, itd).
 - zahteve kvaliteta za materijale,
 - ateste potrebnog materijala- sertifikati,
 - zahteve za identifikaciju i sledljivost materijala.

7) *Selekcija i identifikacija zavarivača:*

- gde je to potrebno, isti nivo koji primjenjuje i proizvođač.

8) *Kontrolisanje i ispitivanje:*

- podizvođač treba da budu informisan o potrebnoj vrsti ispitivanja sa i bez razaranja,

- da li je zahtevana kontrola od strane naručioca,
- kontrola od strane drugih tela.

9) *Termička obrada nakon zavarivanja:*

- ako se na proizvodu zahteva termička obrada nakon zavarivanja, neophodno je da se definiše kako podizvođač vrši termičku obradu nakon zavarivanja i o zahtevima kvaliteta.

10) *Ostali zahtevi koji se odnose na zavarivanje:*

- podizvođač mora da dobije sve potrebne informacije kako bi bio u stanju da uradi potrebni posao.

11) *Upravljanje neusaglašenostima:*

- ko donosi odluke u vezi neusaglašenosti,
- ko vrši pregovore sa kupcem u vezi neusaglašenosti?

12) *Ostale informacije*

Podizvođač mora dobiti svu neopodnu tehničku dokumentaciju i uputstva, kao što su:

- dimenzije žleba,
- dozvoljeni procesi zavarivanja i potrošni materijal,
- specifikacija osnovnog materijala i karakteristike zavarenih spojeva,
- kvalitet zavara i zahtevi tačnosti,
- moguća posebna uputstva.

13) *Zapisi kvaliteta*

Kada je zahtevano od proizvođača, podizvođač treba da obezbedi:

- WPS liste,
- kvalifikacije tehnologije zavarivanja,
- kvalifikacije zavarivača,
- zapise o merenjima,
- izveštaji o NDT ispitivanju i/ili ispitivanju razaranjem,
- evidencije popravki i drugih izveštaja neusaglašenosti,
- dokumente koji se odnose na isporuku.

Podugovaranje termičke obrade. Podugovarač mora obezbediti da se termička obrada vrši u skladu sa specifikacijom termičke obrade i da vodi zapis o svim relevantnim podacima vezanim za termičku obradu, kao što su vrsta termičke obrade, vreme i brzina zagrevanja, vreme zadržavanja, vreme i brzina hlađenja, temperatura zagrevanja i dr.

Podugovaranje kontrolisanja i ispitivanja

Potrebno je proveriti:

a) Kompetencije podizvođača

- da li poseduje akreditaciju.

b) Uraditi uputstvo za ispitivanje koji sadrži:

- objekat ispitivanja,
- obim ispitivanja,
- vreme ispitivanja,
- metode ispitivanja / oprema,
- podugovaranja,
- instrukcije za ispitivanja,
- uslovi ispitivanja (npr osvetljenje (min.500 lux), ugao gledanja (min 30°), udaljenost objekta (max. 600 mm)),
- nivo prihvatljivosti (npr odgovara nivou kvaliteta B ili C ili D),
- forma izveštaja.

c) Kvalifikacije NDT osoblja (prema ISO 9712 ili EN 473)

Podugovaranje održavanja opreme. Potrebno je obezbediti firmu koja ima verifikovane reference ili akreditacije i postupak voditi prema planu održavanja opreme i zahtevima propisanim zakonom i standardima SRPS EN 60974-1.

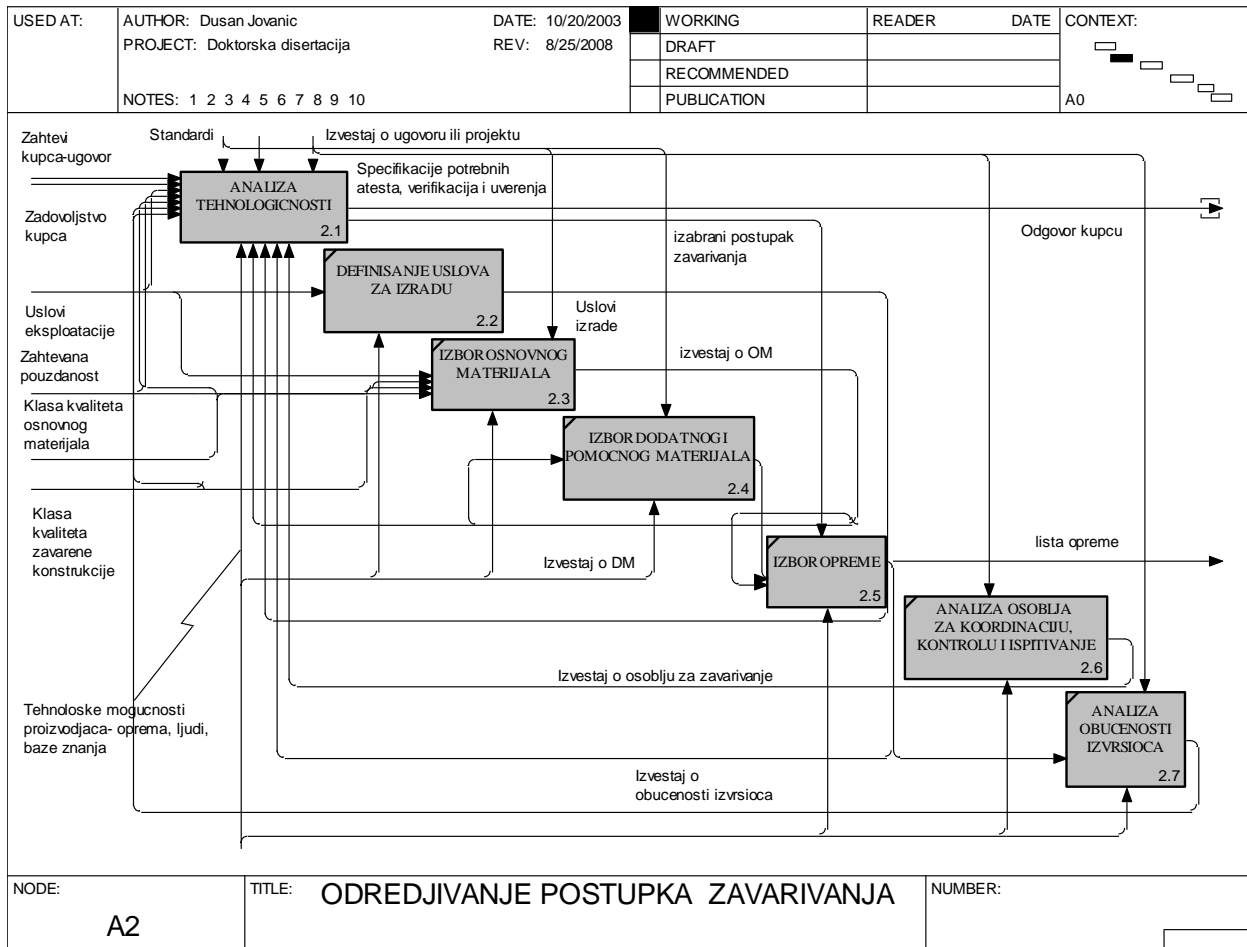
Podugovaranje kalibracije. Potrebno je obezbediti organizaciju koja ima akreditaciju i postupak voditi u skladu sa zahtevima propisanim zakonom i standardima.

4.1.2. Određivanje postupka zavarivanja

Na izbor postupka zavarivanja utiče veliki broj faktora, a najnačajniji među njima su kvalitet i troškovi zavarivanja. Pored ovih faktora na određivanje koji će se postupak zavarivanja primeniti utiče i produktivnost, obučenost neposrednog izvršioca, raspoloživa oprema, vrsta i debljina osnovnog materijala.

Na sl. 8 prikazan je dekompozicioni dijagram za aktivnost određivanje postupka zavarivanja koja se sprovodi kroz:

- analizu tehnološkičnosti,
- definisanje radnih uslova
- izbor osnovnog materijala,
- izbor pomoćnog i potrošnog materijala,
- izbor opreme,
- analizu osoblja za koordinaciju, kontrolu i ispitivanje,
- analiza obučenosti izvršioca.



Slika 8. Dekompozicioni dijagram za aktivnost određivanje postupka zavarivanja

4.1.2.1 Analiza tehnološkičnosti

Tehnološkičnost je komparativno svojstvo proizvoda, a tehnološkično je ono rešenje, koje osigurava ispravno funkcionisanje proizvoda sa zahtevanim stepenom pouzdanosti u predviđenom veku eksploatacije uz najmanje troškove. Obzirom da zahtevana pouzdanost zavarene konstrukcije mora biti osigurana, ostaju troškovi zavarivanja, odnosno ekonomičnost kao glavni kriterijum za ocenu tehnološkičnosti.

Pri oceni više postupaka zavarivanja tehnološki rešenje će biti ono koje za datu pouzdanost, tj. funkcionalnost ima najmanje troškove- optimalno rešenje. Analiza tehnološkičnosti može biti kvalitativna ili kvantitativna.

Analiza tehnološkičnosti vrši se kroz sve faze životnog veka proizvoda, od ugovora, projektovanja i konstruisanja, izbora osnovnog i dodatnog materijala, izrade i montaže, kontrole kvaliteta, do eksploatacije i održavanja. U svakoj od navedenih faza moguće je dati različita rešenja.

Sa stajališta izbora postupka zavarivanja analiza tehnološkičnosti se sprovodi u zavisnosti od:

- vrste osnovnog materijala, koja utiče na zavarljivost,
- debljine osnovnog materijala, koja utiče na mogućnost primene postupka,
- oblika žleba za zavarivanje prema ISO 9692⁵, koji utiče na količinu depozita i cenu šava,
- položaja zavarivanja prema ISO 6947⁶,
- zahtevanog kvaliteta zavarenog spoja prema ISO 5817⁷ ili ISO 10042⁸ i
- troškova zavarivanja.

Zavarljivost materijala je sposobnost zavarivanja materijala. Zavarljivost je komparativno svojstvo (upoređuje se zavarljivost dva ili više materijala uz primenu iste ili različitih tehnologija zavarivanja). Ocena je najčešće kvalitativna (zadovoljavajuća ili ne zadovoljavajuća), ali može biti i kvantitativna (na osnovu eksperimenata). Zavarljivost može biti: operativna, metalurška i konstrukcijska i procenjuje se na osnovu ekvivalenta ugljenika- C_{ekv} , i izraženo je kod čelika povišene čvrstoće i čelika koji pokazuju sklonost prema zakaljivanju i hladnim pukotinama. Ugljenik ima značajan uticaj na strukturu i mehanička svojstva čelika jer se sa povećanjem %C povećava tvrdoća i čvrstoća čelika, a smanjuje zavarljivost. U zavisnosti od %C u čeliku može se izračunati ekvivalent ugljenika C_{ekv} za ocenu sklonosti čelika prema hladnim pukotinama.

4.1.2.2. Definisavanje uslova za izradu

Zavareni spojevi se mogu izvoditi samo u radnom prostoru koji je zaštićen od padavina, vetra, niske temperature i to u najpovoljnijem ili zahtevanom položaju.

⁵ ISO 9692- Welding and allied processes - Types of joint preparation,

⁶ ISO 6947:2011 - Welding and allied processes - Welding positions

⁷ ISO 5817:2014- Welding - Fusion-welded joints in steel, nickel, titanium and their alloys (beam welding excluded)- Quality levels for imperfections

⁸ ISO 10042- Arc welding joints in aluminium and its alloys- Quality levels for imperfections

Prilikom konstruisanja treba voditi računa o pristupačnosti za zavarivanje i kontrolu, i izbegavati prinudne položaje, omogućiti primenu mehanizovanog zavarivanja i omogućiti popravke. Za dinamički opterećene spojeve izbegavati mesta sa koncentracijom naprezanja. Simetričnim rasporedom zavara izbegavati deformacije. Zavare locirati po mogućnosti izvan zone najvećih naprezanja. Oblik žleba treba izabrati sa što manjom površinom poprečnog preseka, jer je na taj način potrebna manja količina dodatnog materijala, energije, vremena za zavarivanje, manje su deformacije usled unosa toplote i sve to rezultuje manjim troškovima zavrivanja. U fazi projektovanja i konstruisanja treba koristiti standardizaciju, tipizaciju i principe grupne tehnologije. Kod grupne i tipske tehnologije postoji proizvod predstavnik-kompleksni deo za koji se izrađuje tehnološki proces izrade i koji sadrži sve operacije proizvoda iz grupe, a smanjenje troškova nastaje jer se pri realizaciji, odnosno proizvodnji izbacuju one aktivnosti koji ne postoje za analizirani radni predmet.

Ako je temperatura okoline ispod 5°C , tada se preporučuje predgrevanje na temperaturu $60-80^{\circ}\text{C}$, da bi materijal bio žilaviji čime se smanjuje opasnost od krtog loma, stvaranja pukotina zbog zaostalih naprezanja i odstranjuje vlaga sa površine metala. Ako materijal ima dobru žilavost pri niskim temperaturama može se odustati od ovog predgrevanja. Predgrevanje podrazumeva zagrevanje područja zavarivanja iznad temperature okoline, na propisanu temperaturu, pre početka zavarivanja, i održavanje te temperature za vreme zavarivanja. Ciljevi predgrevanje za nelegirane, niskolegirane i visokočvrste čelike je izbegavanje hladnih pukotina. Hladne pukotine su posledica zakaljene strukture, difuzijskog vodonika i zaostalih napona. Predgrevanjem se smanjuje brzine hlađenja a samim tim izbegava martenzitna tvrda struktura i povećava udarna žilavost.

4.1.2.3. Izbor osnovnog materijala

Izbor osnovnog materijala odnosi se na proveru:

- zavarljivosti osnovnog materijala (sklonost ka toplim pukotinama se ispituje metodom HCS- (*hot crack sensitivity*), a sklonost ka hladnim pukotinama sa C_{ekv} .
- dodatni zahtevi utvrđeni u specifikaciji za nabavku materijala, uključujući vrstu sertifikata za prijem materijala.
- identifikacija, skladištenje i rukovanje osnovnim materijalom i
- sledljivost- prenos oznake.

Nakon izbora materijala vrši se kontrola atesta materijala i kontrola šarže.

Svrha izbora osnovnog materijala je da osigura da osnovni materijali korišćen za zavareni proizvod ispunjavaju propisane uslove za proizvod. Potrebno je da se organizuje i osigura da je skladištenje osnovnih materijala tako da ne prouzrokuje štetu, da se materijali ne mešaju tokom skladištenja ili da osnovni materijal ne bude pod nepovoljnim uslovima. Važno je sprečiti da se koristi- upotrebi pogrešni materijal, da se vodi lista zaliha i identifikacija osnovnog materijala. Identifikacija materijala mora biti specificirana u skladu sa zahtevima za proizvod, ili na osnovu ugovora ili standarda ili treće strane- npr. zakona i propisa.

Prilikom prihvatanja isporuke osnovnog materijala vodi se računa da su ispunjeni svi zahtevi iz porudžbine u pogledu količine i kvaliteta.

Sistem obeležavanja mora odgovarati standardima proizvoda. Identifikacija osnovnog materijala mora biti putem identifikacijske kartice ili oznake napravljene korišćenjem boje, farbe ili pečata.

Prenos oznaka materijala vrši se pre skladištenja. Obučena osoba , odnosno magacioner prenosi sledeće oznake:

- kvalitet materijala,
- broj šarže,
- pečat osobe koja prenosi oznake.

Mali delovi mogu da budu označeni korišćenjem kodne oznake.

U proizvodnji treba preduzeti sve radnje kako bi se osiguralo da je materijal zadržao identifikaciju i da se u svakom trenutku može proveriti iz koje je serije i šarže.

Ukoliko je potrebno, a prema standardu proizvoda ili ugovora, kupac će dobiti informacije o upotrebnjenim materijalima, a po potrebi biće upoznat i sa atestom materijala. Za grupisanja metalnih materijala koristi se standard SRPS CEN ISO/TR 15608:2014- Zavarivanje- uputstvo za grupisanja metalnih materijala.

4.1.2.4. Izbor potrošnog materijala

Izbor potrošnog materijala se vrši na osnovu izbora osnovnog materijala i postupka zavarivanja. Potrošni materijal mora biti suv i čist, neoštećen u trenutku upotrebe i pogodan za one položaje zavarivanja za koje se primenjuje. Potrošni materijal mora biti izabran i pripremljen za upotrebu da daje kvalitet šava bez pojave prslina i po pravilu je on istih ili sličnih hemijskih i mehaničkih osobina kao i osnovni materijal.

Svrha je da se obezbedi da osoblje koje vrši rukovanje i skladištenje potrošnog materijala bude dovoljno upoznato i obučeno kako bi se sprečilo da potrošni materijal postane vlažan, oksidisan, oštećen ili pomešan jedan sa drugim.

Skladištenje, sušenje i rukovanje treba da budu u skladu sa preporukama proizvođača potrošnog materijala za zavarivanje:

a) Detaljne informacije za naručivanje potrošnog materijala za zavarivanje:

- dovoljno je da se koristi ista klasifikacija potrošnog materijala i ako se bira drugi potrošni materijala za zavarivanje sa istom klasifikacijom
- nije obavezno nabavljati potrošni materijal za zavarivanje sa određenim trgovinskim nazivom, osim kad kupac ne zahteva određeni trgovinski naziv
- sertifikat potrošnog materijala je neophodan.

b) Prihvatanje potrošnog materijala za zavarivanje:

- usklađenost isporučenog potrošnog materijala sa onim što je naručeno je neophodna,
- treba proveriti da li su oznake na mestu,
- treba proveriti sertifikat potrošnog materijala,
- ispitivanje šarže potrošnog materijala za zavarivanje vrši se samo ukoliko je zahtevano ugovorom.

v) Skladištenje potrošnog materijala za zavarivanje:

- temperaturni opseg u magacinu mora biti u skladu sa preporukama proizvođača potrošnog materijala za zavarivanje,
- postojeća maksimalna relativna vlažnost u magacinu mora biti u skladu sa preporukama proizvođača potrošnog materijala za zavarivanje,
- potrošni materijal koji se čuva u otvorenom pakovanju mora uvek prvo da se koristi,
- redosled davanja potrošnog materijala iz magacina ke takav da se najstariji potrošni materijal prvi izdaje za upotrebu,
- količina i tip potrošnog materijala koji se izdaje iz magacina za upotrebu na radnom mestu mora se specificirati- obeležiti.

g) Rukovanje potrošnim materijalom za zavarivanje:

- potrošni materijal se ne sme pomešati sa drugim u toku upotrebe,
- kada je to neophodno, oni moraju biti označeni, npr sa nalepnicama ili obojenim oznakama,
- kada je to potrebno, potrošni materijal za zavarivanje se suši u skladu sa preporukama proizvođača potrošnog materijala za zavarivanje,
- kada je to potrebno upotrebljavaju se peći za sušenje u skladu sa preporukama proizvođača potrošnog materijala za zavarivanje,
- maksimalno vreme skladištenja na radnom mestu posle kojeg potrošni materijal treba da se ponovo suši ili baci mora biti u skladu sa preporukama proizvođača potrošnog materijala za zavarivanje,
- minimalni broj otvorenih paketa koji će biti dozvoljen na radnom mestu definiše odgovorno lice u zavisnosti od posla koji se obavlja i udaljenosti radnog mesta od skladišta,
- potrebnu disciplinu na radnom mestu: npr obložene elektrode neće biti ostavljene okolo, kontroliše poslovođa ili drugo lice ovlašćeno od kordinatora zavarivanja.

e) Sušenje i skladištenje potrošnog materijala za zavarivanje:

- uređaji koji se koriste za sušenje treba da bude dostupni,
- instrukcije za vreme sušenja i temperatura sušenja potrošnog materijal mora biti u skladu sa preporukama proizvođača potrošnog materijala za zavarivanje,
- maksimalno vreme držanja elektroda u peći za sušenje i broj ponovnih sušenja mora biti u skladu sa preporukama proizvođača potrošnog materijala za zavarivanje,
- nije dozvoljeno mešanje potrošnog materijala za zavarivanje tokom sušenja

f) Izbor i ocena dobavljača može se sprovesti prema sledećim kriterijumima:

Sastavlja se spisak svih aktuelnih i potencijalnih dobavljača- registar isporučioaca.

Isporučioaci se boduju prema sledećim kriterijumima:

a) Posedovanje sertifikata ISO-90001, ISO-14001, neki drugi vid kontrole.

- Ukoliko ima sva tri navedena sistema - ocena je 5,
- ako ima dva – ocena je 4,
- ima samo jedan – ocena je 3;

b) Kvalitet i cena proizvoda:

- Visok kvalitet uz pristupačnu cenu – ocena 5
- dobar uz povremena odstupanja – ocena 4

- nesiguran – ocena 3;

c) Poštovanje rokova

- uvek ispoštovani – ocena 5
- ispoštovan uz povremena odstupanja – ocena 4
- nesigurno – ocena 3;

d) Poslovnost:

- visoka poslovnost - ocena 5
- srednja poslovnost – ocena 4
- slaba poslovnost – ocena 3.

Sabiranjem dobijenih ocena dobija se broj bodova prema kome se rangira na sledeći način:

Rang 1 – broj bodova 17-20,

Rang 2 – broj bodova 14-17,

Rang 3 – broj bodova 10-14,

Rang 4 – broj bodova manji od 10.

Kod izbora dobavljača prioritet ide od 1 ka 4. Ponovno vrednovanje se obavlja ukoliko isporučilac značajno umanja ili uveća neki od zadatih kriterijuma ili ukoliko postoje učestale reklamacije na njegovu robu, odnosno isporuku.

4.1.2.5. Izbor opreme

Izbor uređaja i opreme uslovljen je izborom postupka zavarivanja. Svrha procedure za izbor opreme je da se osigura da se oprema za zavarivanje koristiti kao što se zahteva u specifikaciji tehnologije zavarivanja i da je odgovarajućeg kapaciteta i podesna za primenu na koju se odnosi. Neispravna oprema ne sme da se koristi i mora biti što hitnije popravljena. Procedure se odnose na opis opreme i utvrđuje kapacitet opreme u pogledu npr. broja uređaja za zavarivanje i njihovih karakteristika, kao što je maksimalna struja zavarivanja. Oprema koja mora biti na raspolaganju:

- uređaji za zavarivanje i druge mašine,
- oprema za pripremu žleba i površina za rezanje, uključujući termičko rezanje,
- oprema za predgrevanje i termičku obradu nakon zavarivanja,
- alati za podešavanje i pričvršćivanje- pozicioniranje,
- Kranovi i oprema za manipulaciju

- lična zaštitna oprema i druga oprema za zaštitu,
- peći i tobolci za sušenje,
- sredstva za čišćenje površina,
- uređaji za ispitivanje sa i bez razaranja.

Karta mašine, koja se vodi za svu opremu, treba da sa drži:

- tip i kapacitet mašine- uređaja,
- proizvođač i broj mašine- uređaja,
- broj mašina koji se koristi od strane kompanije ili neke druge jedinstvene oznake,
- test prihvatljivosti,
- redovno održavanje.

Odgovorno lice za kapacitet i podesnost opreme je rukovodilac održavanja. Odgovorno lice ažurira listu opreme i kapaciteta i prilikom tehničkog preispitivanja će se konsultovati sa odgovornim kordinatorom zavarivanja u pogledu kapaciteta i sposobnosti opreme. Lista opreme identifikuje pozicije glavne opreme neophodne za ocenu kapaciteta i mogućnosti radionice, npr:

- Najveći kapacitet kranova,
- Veličinu komponennata kojima se može rukovati u radionici,
- Mogućnost i mehanizovane i automatizovane opreme za zavarivanje,
- Mere i maksimalnu temperaturu peći za termičku obradu nakon zavarivanja,
- Mogućnosti opreme za savijanje, ispravljanje i rezanje.

Ovu aktivnost obavljaju stručnjaci od strane proizvođača ili kupca kako bi se on što bolje upoznao sa karakteristikama proizvoda. Zbog toga su uputstva obavezni deo dokumentacije za korisnika i u njima je jasno naglašen način upotrebe o održavanja proizvoda.

Da bi se ova aktivnost mogla obaviti potrebno je izvršiti:

- pripremu za ugradnju, gde se propisuje u čijoj je nadležnosti instalacija proizvoda, provera saglasnosti dokumentacije sa primljenim proizvodom i analiza uputstva za instalaciju.
- instalisanje prema uputstvu sa alatom i priborom koji zadovoljava u pogledu kvaliteta i uz proveru raspoloživosti svih resursa neophodnih za postavljanje (prostor, energija i dr.)
- vizuelnu kontrolu, kojom se nalicu mesta otklanjaju oštećenja i sl.
- ispitivanje i rešavanje neusaglašenosti,
- dokumentovanje predaje proizvoda.

Svrha procedura je da se osigura da nova ili remontovana oprema bude puštena u rad nakon testa opreme prema procedurama od isporučioaca opreme. Ispitivanje mora da verifikuje ispravno funkcionisanje opreme.

Procedura se odnosi na prijem nove opreme (ili remontovane) i puštanje uređaja u rad.

Pre upotrebe nove ili remontovana opreme, neophodne su sledeće provere:

- Priprema za instalaciju, provera saglasnosti dokumentacije sa primljenim proizvodom i analiza uputstava za instalaciju.

- vizuelnu kontrolu, kojom se na licu mesta otklanjaju oštećenja i sl.
- stanje kablova,
- operativne funkcije,
- ispitivanje i rešavanje neusaglašenosti.

Odgovorno lice za prijem nove opreme je direktor proizvodnje. Odgovorno lice prilikom prijema opreme utvrđuje da li oprema zadovoljava sve provere i o tome sačinjava izveštaj o prihvatanju opreme.

Za opremu za elektrolučno zavarivanje, instalisanje izvršiti u skladu sa SRPS CLC/TS 62081:2010- Oprema za elektrolučno zavarivanje instalisanje i upotreba.

Servisiranjem se uspostavlja poverenje izmenju proizvođača i kupca. Praćenjem servisiranja proizvoda mogu se spoznati nedostaci u fazama životnog veka proizvoda.

Ova aktivnost predviđa obavljanje određenih poslova:

- servisiranje proizvoda,
- izrada dokumentacije,
- obuka korisnika,
- praćenje kvaliteta proizvoda.

Svrha procedura je da se osigura da proizvođač ima dokumentovane planove za održavanje opreme u kojima se definiše interval održavanja i lice koje vrši održavanje.

Plan mora da obezbedi proveru održavanja na onim elementima opreme koji upravljaju sa parametrima navedenim u specifikaciji tehnologije zavarivanja. Oštećena oprema se ne sme koristiti.

Interval održavanja, treba da bude u skladu sa zakonom, propisima i standardom za dati proizvod.

Lice koje vrši održavanje mora imati potrebne kvalifikacije za održavanje i dostavlja izveštaj održavanje aparata za zavarivanje odgovornom licu za održavanje koji ga verifikuje.

Izveštaj održavanje aparata za zavarivanje može da sadrži sledeće:

- kontrola električne bezbednosti,
- stanje kablova,
- stanje uređaja za dovod žice,
- stanje pištolja za zavarivanje ili gorionika,
- izlazni kapacitet (jačina struje, napon zavarivanja, brzina žice i sl.)
- stanje mernih uređaja.

Odgovorno lice može delegirati odgovornost na korisnike opreme- rukovaoce u delu svakodnevnog održavanja i kontrole opreme.

U svakodnevnom održavanju aparata za zavarivanje potrebno je proveriti:

- stanje vođica za dodavanja žice i provodnika,
- stanje struje i mlaznice,
- stanje izolatora mlaznice,
- stanje creva i pištolja,
- stanje uzemljenja,
- protok gasa,
- stanje ventila,
- stanje vođica na opremi za termičko rezanje, mehanizovane naprave za stezanje i sl.
- stanje ampermetra i voltmetra, merača protoka,
- stanje kablova, nosača, konektora i dr.
- stanje sistema za upravljanje kod mehanizovane / automatizovane opreme,
- stanje instrumenata za merenje temperature.

4.1.2.6. Analiza osoblja za koordinaciju, kontrolu i ispitivanje

Proizvođač mora da raspolaže dovoljnim brojem i kompetentnim osobljem za planiranje, izvođenje, nadzor i ispitivanje zavarivačke proizvodnje prema utvrđenim zahtevima.

Proizvođač mora imati na raspolaganju odgovarajuće osoblje za koordinaciju pri zavarivanju, osposobljeno prema EN ISO 14731:2006⁹ - koordinacija u zavarivanju, tako da osoblje za zavarivanje bude snabdeveno potrebnom specifikacijom tehnologije zavarivanja ili radnim uputstvima, kako bi rad mogao biti na odgovarajući način obavljen i kontrolisan.

⁹ EN ISO 14731:2006 *Welding coordination — Tasks and responsibilities*

U okviru ove aktivnosti treba definisati i opis poslova koordinatra za zavarivanje i osigurati da je potrebno osoblje sposobno da ispuni zadatke propisane ugovorom.

Kompanija imenuje najmanje jednog koordinatora za zavarivanje (odgovoran), koji ima ukupnu odgovornost za zavarivanje i neophodna ovlašćenja (npr. da se zaustavi proizvodnja). Jedan odgovoran koordinator za zavarivanje može biti odgovoran za nekoliko kooperanata-podizvođača.

Koordinator za zavarivanje mora posedovati zadovoljavajuće kvalifikacije kroz dovoljno iskustvo ili obuku (IWE) u skladu sa ISO 14731, koji definiše zadatke koordinatora, odnosno organizovanje i upravljanje kvalitetom zavarivanja prema ISO 3834:

Preispitivanje zahteva:

- standard proizvoda koji će se primeniti, zajedno sa svim dopunskim zahtevima,
- sposobnost proizvođača da udovolji propisane zahteve.

Tehničko preispitivanje:

- specifikacija osnovnih materijala i osobine zavarenog spoja,
- mesto spoja sa vezom sa zahtevima u projektu,
- zahteve kvaliteta i prihvatljivosti za zavare,
- mesto, pristupačnost i redosled izvođenja zavara, uključujući pristupačnost za kontrolisanje i za ispitivanje bez razaranja,
- ostali zavarivački zahtevi, na primer ispitivanje šarže potrošnog materijala, sadržaj ferita u metalu zavara, starenje, sadržaj vodonika, stalne podloške, primena njihanja, obrada površine, profil zavara,
- dimenzije i detalji pripreme žljeba pre zavarivanja i završenog zavara.

Podugovaranje:

- Podesnost svih podgovarača za proizvodnju zavarivanjem.

Osoblje za zavarivanje:

- Kvalifikovanost zavarivača i operatera za zavarivanje,
- opšta uputstva za kvalifikaciju zavarivača,
- ažuriranje i objavljivanje centralizovane baze kvalifikovanih zavarivača.

Oprema:

- podesnost opreme za zavarivanje i druge opreme vezane za zavarivanje,

- snabdevanje pomoćnom opremom, identifikacija i rukovanje,
- lična zaštitna oprema i druga oprema za zaštitu, direktno vezana za zavarivački proizvodni proces,
- održavanje opreme,
- rezerve opreme za zavarivanje,
- stručni poslovi povezani sa nabavkom opreme za zavarivanje i materijala.

Planiranje proizvodnje:

- referense za primenu pogodne specifikacije tehnologije zavarivanja i srodnih postupaka,
- redosled izvođenja zavarenih spojeva,
- uslove okoline (npr. zaštitu od vetra i kiše),
- raspodela odgovornosti kvalifikovanog osoblja,
- oprema za predgrejavanje i naknadnu termičku obradu uključujući i indikatore za temperaturu.

Kvalifikacija tehnologije zavarivanja:

- Metode i područje kvalifikacije,
- koordinacija kvalifikacija tehnologije zavarivanja- WPQR,
- ažuriranje i distribucija arhive sa kvalifikacijama tehnologije zavarivanja.

Specifikacija tehnologije zavarivanja:

- Područje kvalifikacije,
- priprema i potpisivanje specifikacija tehnologije zavarivanja (WPS liste).

Radna uputstva:

- Izdavanje i primena radnih uputstava.

Potrošni materijal za zavarivanje:

- usaglašenost,
- stanje uručivanja,
- ma koji dodatni zahtev u specifikaciji za nabavku potrošnog materijala za zavarivanje uključujući i tip sertifikata za isti,
- skladištenje i rukovanje sa potrošnim materijalorn za zavarivanje,

- rezerve potrošnog materijala.

Materijali:

- ma koji dodatni zahtev u specifikaciji za nabavku materijala uključujući i tip sertifikata za isti,
- skladištenje i rukovanje sa osnovnim materijalom,
- kontrolisanje da li se označavanje materijala, radi sledljivosti, odvija prema uputstvima,
- imenovanje kadrova za obeležavanje i označavanje materijala.

Kontrolisanje i ispitivanje pre zavarivanja:

- prikladnost i valjanost sertifikata o kvalifikaciji zavarivača,
- prikladnost specifikacije tehnologije zavarivanja,
- identitet osnovnog materijala,
- identitet potrošnog materijala za zavarivanje,
- pripremu ivica (n.pr. oblik i dimenzije),
- podešavanje, pritezanje i pripajanje,
- bilo koji posebni zahtevi iz specifikacije tehnologije zavarivanja (npr. prevenciju za krivljenje),
- dogovor za bilo koje ispitivanje u proizvodnji,
- prikladnost radnih uslova za zavarivanje, uključujući i okolinu.

Kontrolisanje i ispitivanje tokom zavarivanja:

- bitne parametre zavarivanja (npr. struju zavarivanja, napon luka, brzinu zavarivanja),
- temperaturu predgrevanja i međuslojnu temperaturu,
- čišćenje i oblik zavara i sloja metala šava,
- žljebljenje korena,
- redosled zavarivanja,
- pravilna upotreba i rukovanje sa potrošnim materijalima za zavarivanje,
- kontrola krivljenja,
- bilo koja međufazna ispitivanja; (n.pr. provera dimenzija).

Kontrolisanje i ispitivanje nakon zavarivanja:

- sa vizuelnim kontrolisanjem (završenost zavarivanja, dimenzije zavara, oblik),
- sa ispitivanjem bez razaranja,
- sa ispitivanjem sa razaranjem,
- oblik, izgled, i dimenzije konstrukcije,
- rezultati i zapisi o operacijama posle zavarivanja (n.pr. termička obrada nakon zavarivanja, starenje).

Termička obrada nakon zavarivanja:

- Saglasnost rezultata sa specifikacijom.

Neusaglašenosti i korektivne mere:

- Neophodne mere i aktivnosti (popravke zavara, ponovna procena popravljenih zavara, korektivne akcije).

Etaloniranje i validacija opreme za merenje, kontrolisanje i ispitivanje:

- Neophodne metode i akcije.

Identifikacija i sledivost:

- Identifikaciju planova proizvodnje,
- identifikaciju propratnih kartica,
- identifikaciju položaja zavarenih spojeva u konstrukciji,
- identifikaciju procedura i osoblja za ispitivanje bez razaranja,
- identifikaciju potrošnog materijala za zavarivanje (npr. oznaku, naziv, proizvođača potrošnog materijala i broj atesta ili šarže),
- identifikaciju i/ili sledivost osnovnog materijala (npr. tip, br atesta),
- identifikaciju mesta opravki,
- identifikaciju mesta privremenih spojeva,
- sledivost opreme za potpuno mehanizovano i automatizovano zavarivanje za specifične zavare,
- sledivost zavarivača i operatera zavarivanja za specifične zavare,
- sledivost specifikacija tehnologije zavarivanja za specifične zavare.

Zapisi o kvalitetu:

- Priprema i održavanje neophodnih zahteva (uključujući i podugovarane aktivnosti).

Proizvođač mora da raspolaže i dovoljnim brojem kompetentnog osoblja za planiranje i vršenje kontrole i ispitivanje zavarenih proizvoda, prema utvrđenim zahtevima. Osoblje za ispitivanje metodama bez razaranja mora imati uverenje u skladu sa ISO 9712¹⁰ - Ispitivanje bez razaranja- IBR (NDT).

4.1.2.7. Analiza obučenosti izvršioca

Svi koji rade na zavarivanju treba da budu kvalifikovani u skladu sa ISO 9606¹¹, osim ako nije drugačije propisano u ugovoru. U nekim slučajevima može biti zahtevan proizvodni test zavarivača na gradilištu, pre nego što zavarivač počne sa radom.

Kvalifikacije zavarivača (atest zavarivača) predstavlja potvrdu praktične i teorijske obučenosti zavarivača za određene poslove iz domene zavarivanja (određeni materijal, postupak zavarivanja, vrsta spoja, položaj zavarivanja, debljina materijala, i dr.). Kvalifikacija zavarivača se može produžiti određeno vreme, svakih 6 meseci (na osnovu praćenja kvalitete rada zavarivača od strane inženjera specijaliste zavarivanja i inspektora za zavarene konstrukcije). Nakon maksimalno 3 godine ponovo se provodi kvalifikacije zavarivača.

Svrha ove aktivnosti je da definiše način čuvanja, dostavljanja, ažuriranja kvalifikacija zavarivača i operatera za zavarivanje, kao i i opis poslova zavarivača i operatera za zavarivanje i da se osigura da je potrebno zavarivačko osoblje sposobno da ispuni zadatke propisane ugovorom.

Analiza se odnosi na kvalifikacije zavarivača i operatera za zavarivanje i njihovih različitih zadataka, odnosno kako treba da se obavi kvalifikacija i obnova kvalifikacije (resertifikacija zavarivača).

Opis poslova zavarivača uključuju sledeće aktivnosti:

- priprema žleba (prema uputstvu ili WPS listi),
- zavarivanje (prema uputstvu ili WPS listi) i montažu (prema uputstvu),
- održavanje (prema uputstvu).

¹⁰ ISO 9712:2012- Non-destructive testing - Qualification and certification of NDT personnel

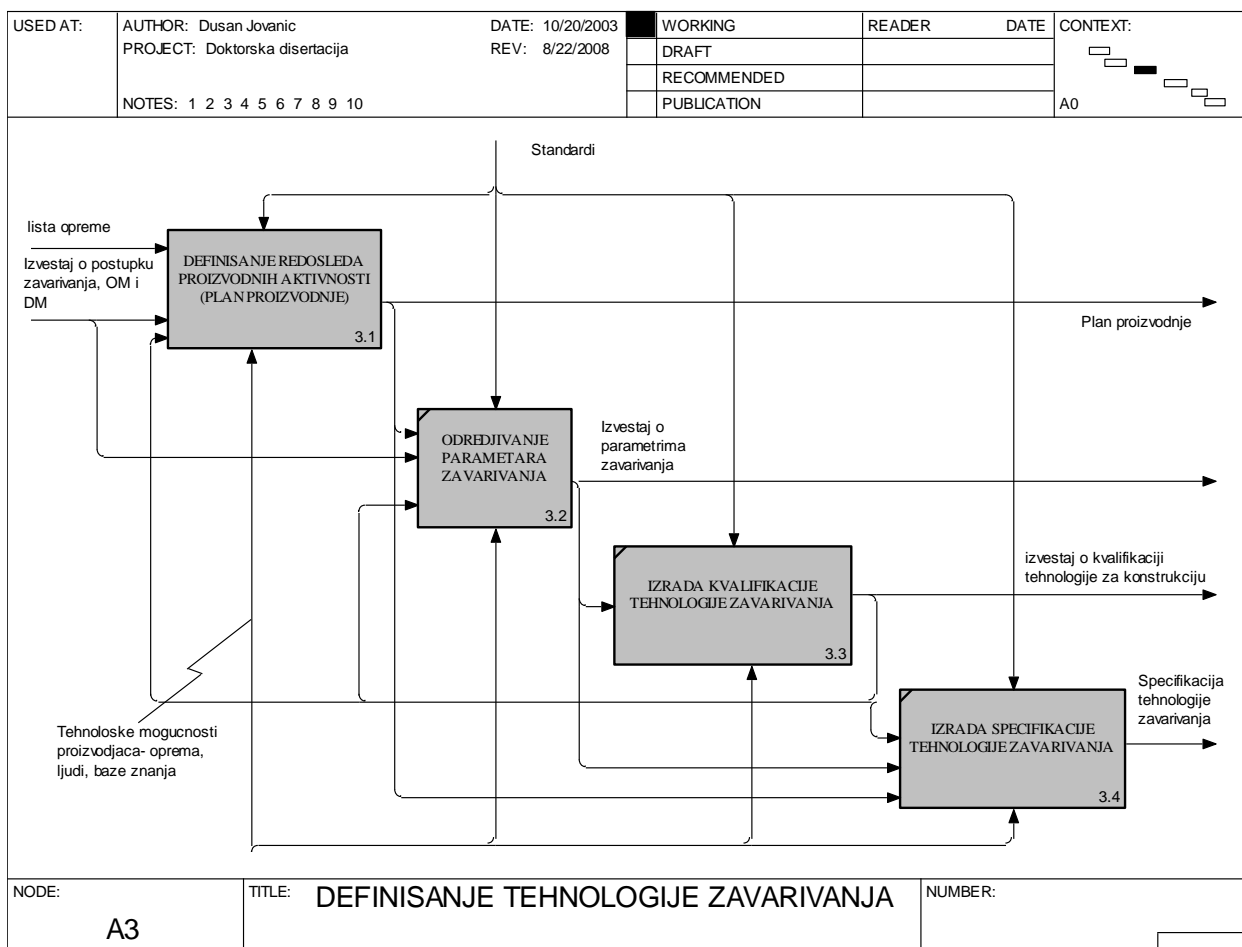
¹¹ISO 9606-1:2012 - Qualification testing of welders - Fusion welding

4.1.3. Definisanje tehnologije zavarivanja

Definisanje tehnologije zavarivanja se sprovodi kroz izvođenje sledećih aktivnosti:

- definisanje redosleda proizvodnih aktivnosti,
- određivanje parametara zavarivanja,
- izrada kvalifikacije tehnologije zavarivanja i
- izrada specifikacije tehnologije zavarivanja.

Na sl.9 prikazan je dekompozicioni dijagram za aktivnost definisanje tehnologije zavarivanja.



Slika 9. Dekompozicioni dijagram za aktivnost definisanje tehnologije zavarivanja

4.1.3.1. Definisanje redosleda proizvodnih aktivnosti- plan proizvodnje

Svrha aktivnosti je da se osigura da zavarivanje i srodne aktivnosti odvijaju kao što je planirano. Redosled proizvodnih aktivnosti definisan je planom proizvodnje.

Plan proizvodnje uključuje:

- definisanje *prethodnih operacija* koje obuhvataju: dostavu uputstava za rad prema ISO 9956-1, priprema žleba za zavarivanje, pripajanje i čišćenje sklopova prema ISO 9692, pripremu za ispitivanje u proizvodnji i usklađenost radne zone, uključujući uslove proizvodnje. Priprema delova za zavarivanje odnosno rezanje i obrada stranica žleba, može biti mehaničkim ili termičkim postupcima.

- specifikaciju *redosleda operacija zavarivanja*- radna uputstva potrebna da konstrukcija bude proizvedena (obeležavanje, rezanje, savijanje-ispravljanje, pripajanje, predgrevanje, zavarivanje, čišćenje, termička obrada nakon zavarivanja, dorada) i za pojedine delove ili sklopove i postupak završne montaže tj. spajanja konstrukcije

- identifikaciju pojedinačnih postupaka koji se zahtevaju za proizvodnju konstrukcije,
- specifikacije tehnologija zavarivanja,
- redosled izvođenja zavarenih spojeva,
- cilj i vreme u kojem pojedinačni postupci treba da budu izvedeni,
- specifikaciju kontrole i ispitivanja, uključujući i angažovanje nezavisnog ispitnog tela,
- ograničenja vezana za uslove okoline koji mogu loše da utiču na zavarivanje, (temperatura, vetar, kiša),
- identifikaciju delova preko serija i po šaržama,
- bezbednost i zaštitu zdravlja i
- odgovornost kvalifikovanog osoblja.

Svaka od aktivnosti izrade zavarene konstrukcije može imati veći broj operacija, odnosno npr. može biti operacija rezanja i obaranja ivica i zatupljenje korena ili operacija zavarivanja korena, a zatim popuna i završni prolaz.

Neke od aktivnosti neće biti potrebne pri izradi neke konstrukcije, kao što su npr. savijanje, predgrevanje ili termička obrada i one se u tom slučaju preskaču prilikom izrade, a na čemu se i temelji grupna tehnologija gde se za proizvod predstavnik odnosno kompleksni deo koji sadrži sve operacije razradi tehnološki postupak, a za konkretni deo koriste samo neophodne operacije.

Izrada zavarene konstrukcije definisana je redosledom operacija, koja se sprovodi kroz sledeće aktivnosti:

• **Rezanje-priprema žleba**

Priprema žleba se vrši u zavisnosti od:

- vrste i debljine osnovnog materijala,
- postupka zavarivanja,

- položaja zavarivanja,
- stepena provarenosti zavarenog spoja,
- napona i deformacija, koji moraju biti minimalni,
- utroška dodatnog materijala i energije, koji moraju biti minimalni,
- gabaritnih mera elemenata za spajanje,
- uslova za pripremu (terenski ili radionički) i
- postupka kojim se može vršiti priprema, i to tako da se zadovolji zahtevani kvalitet i ekonomičnost.

Pre rezanja potrebno je izvršiti obeležavanje. Najviše su zastupljene obrade ivice na limovima u razvijenom stanju. Sve postupke pripreme žleba delimo u dve grupe: termičko rezanje i žlebljenje i mehaničke obrade.

U termičko rezanje i žlebljenje spadaju postupci: gasno rezanje, plazma rezanje, Oxi-arc postupak, Air -arc postupak.

Najpoznatiji postupci mehaničke obrade žleba su: rezanje makazama, glodanje, rendisanje, struganje, brušenje.

Nakon pripreme žleba vrši se vizuelna i dimenzionalna kontrola.

• Savijanje i ispravljanje

Savijanje limova vrši se u cilju oblikovanja proizvoda, bilo da je reč o savijanju ili ispravljanju lima. Ova aktivnost ima veliki uticaj na kvalitet zavarenog spoja, jer loše savijen komad u zoni spoja umanjuje čvrstoću i kvalitet zavarenog spoja.

Nakon savijanja vrši se vizuelna i dimenzionalna kontrola.

• Čišćenje žleba

Čišćenje stranica spojeva predstavlja otklanjanje skrame oksida i vrši se mehaničkim putem (četkanjem ili skidanjem strugotine), hemijskim sredstvima- nagrivanjem i korišćenjem gasnog plamena kod čelika.

Velike površine se čiste od oksida peskarenjem, a zatim se vrši antikoroziorna zaštita-AKZ. Peskarenje se vrši oksidima korunda -SiO₂ ili čeličnom sačmom. Čišćenje lakih metala- Al i Al legura imaju za cilj otklanjanje teško topive opne oksida AlO₃ koji ne dozvoljava zavarivanje. Pored otklanjanja oksida potrebno je i odmašćivanje. Oksidi se skidaju u zoni minimum 25 mm od mesta topljenja, a odmašćivanje se vrši u zoni od 100 mm od mesta topljenja.

Nakon čišćenja žleba vrši se vizuelna i dimenzionalna kontrola.

• Pripajanje komada

Pripajanje ili spajanje je deo pripreme nekog spoja i obuhvata sledeće aktivnosti:

- Pozicioniranje-dovođenje u odgovarajući položaj pripremljenih rubova koji se spajaju, pomoću pozicionera, čija konstrukcija zavisi od oblika i dimenzija komada koji se zavaruje,
 - pripajanje, kratkim zavarima tako da ne dođe do pomeranja prilikom zavarivanja
- Nakon pripajanja komada vrši se vizuelna i dimenzionalna kontrola.

• Zavarivanje

Zavarivanje je tehnološki proces dobijanja nerazdvojivih spojeva, ostvarenih uspostavljanjem međuatomnih veza između elemenata uz postojanje difuzije, pri čemu je neprekidnost strukture karakteristika takvih spojeva.

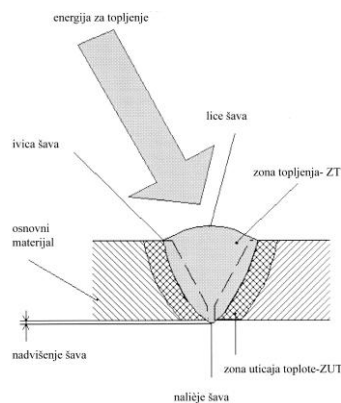
Postupci zavarivanja se mogu podeliti prema stanju metala u području spoja i prema vrsti energije SRPS EN ISO 4063¹².

Prema stanju metala u području spoja razlikujemo:

a. Zavarivanje topljenjem (sl. 10):

- gasno zavarivanje (oznaka- 3),
- elektrolučno zavarivanje bez zaštitnog gasa (oznaka- 11),
 - zavarivanje obloženom elektrodom- REL (oznaka- 111),
 - samozaštitnom punjenom elektrodom (oznaka- 114),
 - gravitaciono zavarivanje (oznaka- 112),
- zavarivanje pod praškom (oznaka- 12),
- zavarivanje u zaštitnom gasu sa topivom elektrodom žicom (oznaka- 13),
 - u zaštiti inertnih gasova-MIG (oznaka- 131),
 - u zaštiti aktivnih gasova-MAG (oznaka- 135),
- zavarivanje u zaštitnom gasu sa netopivom W elektrodom (oznaka- 141),
- zavarivanje pod troskom (oznaka- 72),
- aluminotermijsko zavarivanje topljenjem (oznaka- 71),
- livačko zavarivanje,
- zavarivanje elektronskim snopom (oznaka- 51),
- zavarivanje plazmom (oznaka- 15),
- zavarivanje laserom (oznaka- 52).

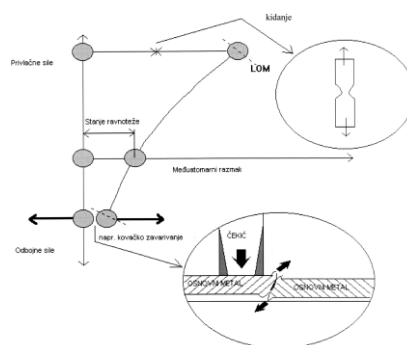
¹² SRPS EN ISO 4063:2013- *Welding and allied processes - Nomenclature of processes and reference numbers*



Slika 10. Zavarivanje topljenjem

b. Zavarivanje pritiskom (sl. 11)

- gasno zavarivanje pritiskom (oznaka- 47).
- elektrootporno zavarivanje (oznaka- 2).
 - sučeono zavarivanje pritiskom (oznaka- 25) i varničanjem (oznaka- 24),
 - preklopno zavarivanje- tačkasto (oznaka- 21), bradavičasto (oznaka- 23) i šavno (oznaka- 22),
- zavarivanje električnom indukcijom (oznaka- 74),
- kovačko zavarivanje,
- zavarivanje trenjem (oznaka- 42),
- hladno zavarivanje (oznaka- 48),
- zavarivanje ultrazvukom (oznaka- 41),
- zavarivanje difuzijom (oznaka- 45),
- aluminotermijsko zavarivanje pritiskom,
- zavarivanje eksplozijom (oznaka- 441),
- zavarivanje svetlosnom radijacijom (oznaka- 75).



Slika 11. Zavarivanje pritiskom

Prema vrsti energije:

- mehanička (hladno zavarivanje, zavarivanje trenjem),
- hemijska (gasno zavarivanje, aluminotermijsko zavarivanje),
- električna (elektro-lučno zavarivanje, zavarivanje pod troskom),
- elektromehanička (zavarivanje električnim otporom),
- hemijskomehanička (kovačko zavarivanje, gasno zavarivanje pritiskom).

• Termička obrada zavarenih spojeva

Svrha procedure je da osigura da se zavareni spojevi termički obrađuju na određeni (specificirani) način u potpunosti sa zahtevima za zavareni proizvod a u skladu sa ISO 17663. Prema ISO 17663 termička obrada je poseban proces. Zbog toga je za termičku obradu potrebno uraditi:

- pregled zahteva i tehničko preispitivanje,
- podugovaranja,
- osoblje,
- kontrolisanje i ispitivanje,
- oprema za termičku obradu,
- aktivnosti termičke obrade,
- zapisi termičke obrade,
- neusaglašenost i korektivne mere i
- zapisi kvaliteta.

Specifikaciju termičke obrade radi proizvođač ili podugovarač, a odgovorno lice je mora overiti, kao i zapis- dijagram termičke obrade, koji izrađuje odgovorna osoba za termičku obradu u toku samog procesa, a u skladu sa ISO 17663 i koji mora da dokaže da je specifikacija poštovana i da bude sledljiv do konkretnog proizvoda.

Parametre termičke obrade nakon zavarivanja treba odabrati u skladu sa SRPS CEN ISO/TR 14745:2015-Zavarivanje- Parametri termičke obrade posle zavarivanja čelika. Glavni parametri termičke obrade zavarenih spojeva su: temperatura progrevanja, vreme progrevanja, brzina zagrevanja i brzina hlađenja.

• Dorada i popravke- reparatura

Dorada podrazumeva popravljjanje deformisanih delova nastalih usled unošenja toplote pri zavarivanju i vrši se na hladno (pomoću presa ili čekića) ili toplo (gasnim gorionikom). Popravke se vrše na mestima na kojima je pronađena greška. Nakon dorade i popravke vrši se vizuelna i dimenzionalna kontrola. Nakon dorade ili popravke proizvod se šalje na završnu kontrolu ispitivanjem bez razaranja u različitom obimu u zavisnosti od zavarenog proizvoda.

4.1.3.2. Određivanje parametara zavarivanja

Pri izboru kriterijuma za određivanje parametara režima zavarivanja potrebno je uzeti u obzir fizičko hemijske osobine i debljinu materijala, kao i u kojim se zonama zavarenog spoja pri datom obliku ili postupku zavarivanja javljaju opasne greške ili dolazi do nepogodnih promena strukture i osobina.

Parametare zavarivanja možemo proračunati eksperimentalno ili empirijski na osnovu literaturnih preporuka za izbor u zavisnosti od izabranog postupka zavarivanja. Preporučene parametre zavarivanja potrebno je proveriti u radionici na postojećoj opremi, osnovnom i potrošnom materijalu, odnosno potrebno je izvršiti tehnološke probe i pronaći optimalne parametre zavarivanja koji daju potreban kvalitet zavarenog spoja za zahtevanu pouzdanost i ekonomičnost.

4.1.3.3. Izrada kvalifikacije tehnologije zavarivanja

Tehnologija zavarivanja mora da bude kvalifikovana pre početka proizvodnje, prema standardu EN ISO 15614.

Održavanje podataka o kvalifikacijama. Održavanje podataka o kvalifikacijama, u odnosu na proizvođača, podrazumeva da kvalifikacija važi samo za zavarivanje u pogonu ili na gradilištima koja se podvrgavaju istom tehničkom nadzoru i kontroli kvaliteta tog proizvođača.

Kvalifikacija važi samo za postupak zavarivanja primenjen za izvođenje probe zavarivanja i radi se na osnovu prethodne specifikacije tehnologije zavarivanja (*pWPS- Preliminary Welding Procedure Specification*). Nakon dobijanja kvalifikacije tehnologije zavarivanja specifikacija postaje važeća- WPS.

Ako nisu utvrđeni zahtevi za žilavost ili tvrdoću, kvalifikacija ostvarena u jednom položaju zavarivanja važi i za sve druge položaje. Ako su utvrđeni uslovi, epruvete za ispitivanje žilavosti se uzimaju na mestu gde je energija zavarivanja najveća, a epruveta za ispitivanje tvrdoće tamo gde je energija zavarivanja najmanja.

Ostvarena kvalifikacija važi za sve dodatne materijale koji pripadaju klasi zatezne čvrstoće, izuzev kada je propisano ispitivanje žilavosti (tada kvalifikacija važi samo za dodatni materijal po tipu i oznaci koji su korišćeni pri ispitivanju) i koji su istog nazivnog hemijskog sastava.

Kvalifikacija je ograničena vrstom struje (jednosmerna, naizmenična) i polaritetom koji se primenjuje u toku ispitivanja za kvalifikaciju tehnologije zavarivanja.

Donja granica područja važnosti je nazivna temperatura predgrevanja koja je primenjena u početku ispitivanja za kvalifikaciju tehnologije zavarivanja. Gornja granica područja važnosti je nazivna međuslojna temperatura dostignuta za vreme ispitivanja za kvalifikaciju.

Područje važnosti kod termičke obrade posle zavarivanja je područje temperature koje je korišćeno za vreme ispitivanja. Brzine grejanja, hlađenja i vreme održavanja temperature moraju da budu određeni prema delovima u proizvodnji.

Kvalifikacija važi i za slučaj primene prvog manjeg ili većeg prečnika elektrode i to za svaki zavar, izuzev za korenski zavar izveden na spoju jednostrano zavaren bez podloške kada nijedozvoljena promena prečnika. Ostvarena kvalifikacija je ograničena sistemom elektrodne žice koja je korišćena u toku kvalifikacije, tipom praška, kao i vrstom gasa koji se koristi kao podloška sa strane lica ili korena.

Kvalifikacija tehnologije zavarivanja omogućuje zavarivaču koji je radio uzorak da dobije važeću kvalifikaciju (atest) zavarivača.

Održavanje šifarnika o kvalifikacijama. Ova aktivnost obuhvata formiranje i održavanje šifarnika o kvalifikacijama tehnologija zavarivanja, kao i dodeljivanje određenih brojeva kvalifikacijama.

Izveštaj o kvalifikaciji. Izveštaj o kvalifikaciji tehnologije zavarivanja je stanje rezultata i pravi se za svaki ispitni uzorak, a sadrži i ponovljena ispitivanja.

Izveštaj o kvalifikaciji sadrži rezultate ispitivanja vizuelne kontrole, penetrantske ili magnetoskopske kontrole, radiografska ispitivanja i ultrazvučna ispitivanja prema ISO 1106, ispitivanja zatezanjem prema EN ISO 4136:2012, savijanjem prema EN ISO 5173: 2010/ A1:

2011, ispitivanje žilavosti prema EN ISO 9016:2012, ispitivanje tvrdoće prema EN ISO 9015: 2011 i metalografska ispitivanja prema EN ISO 17639: 2013.

Izveštaj sadrži naziv proizvođača i ispitne organizacije, broj radnog naloga, broj pWPS, primenjeni standard, mesto i datum zavarivanja, vrstu, debljinu i prečnik osnovnog materijala, vrstu i dimenzije potrošnog materijala, položaj zavarivanja i tip spoja, parametre zavarivanja i količinu unete toplote, kao i područje važenja kvalifikacije.

Svrha procedura je da se osigura da zavarivanje i srodne aktivnosti odvijaju kao što je planirano prema kvalifikovanoj tehnologiji zavarivanja (WPQ)

Procedura se odnosi na pripremu zapisa kvalifikacija tehnologija zavarivanja (WPQR) prema (ISO 15607).

Odgovornost za aktivnost zavarivanja u odnosu na pripremu zapisa kvalifikacija tehnologija zavarivanja je na odgovornom koordinatoru zavarivanja. Odgovorno lice na osnovu prethodne specifikacije tehnologije zavarivanja (pWPS), kod sertifikovanog tela, kao podugovarača, aplicira za dobijanje kvalifikacije tehnologije zavarivanja (WPQ).

Priprema zapisa kvalifikacija tehnologija zavarivanja (WPQR) treba da budu uključene u proceduru za kvalifikaciju tehnologije zavarivanja:

a) **WPQR za kvalifikaciju na osnovu proverenih potrošnih materijala za zavarivanje (SRPS EN ISO 15610)** zasniva se na sledećem:

- liste osnovnog i potrošnog materijala kontrolnog organa (npr. Institut za varilstvo)
- liste potrošnog materijala proizvođača (npr. Esab, Elga, Beler, itd)

b) **WPQR za kvalifikacije sa prethodnim iskustvom (ISO 15611)** može se sastojati od sledećeg:

- izveštaji kontrolisanja,
- izjave kupca da je proizvod u upotrebi u poslednjih pet godina bez ikakve potreba za popravkom.

c) **Standardna procedura za zavarivanje (ISO 15612):**

- WPQR pripremljen od strane organizacije koja je izvršila kontrolu procedure za zavarivanje.

d) **Kvalifikacija tehnologije zavarivanja (SRPS EN ISO 15614) i kontrole pre početka proizvodnje (ISO 15613):**

- procedure za ispitivanje kontrolisanja (šta da urade pre, za vreme i posle kontrolisanja)
- izveštaji ispitivanja i kontrolisanja.

4.1.3.4. Izrada specifikacije tehnologije zavarivanja

Proizvođač mora da pripremi specifikaciju tehnologije zavarivanja prema standardu EN ISO 15609. Proizvođač, takođe može koristiti specifikaciju tehnologije zavarivanja direktno u radionici sa ciljem davanja uputstava zavarivaču- radna uputstva.

Specifikacija omogućuje ponovljivost procesa zavarivanja, odnosno da svaki naredni proizvod bude zavaren na identičan način. Na taj način specifikacija tehnologije zavarivanja omogućuje da zavareni proizvod bude u skladu sa propisima koje zahteva serija standarda ISO 9000.

Održavanje podataka o specifikacijama. Održavanje podataka o specifikacijama podrazumeva ažuriranje svih promenljivih veličina koje imaju uticaj na metalurške i mehaničke osobine, kao i geometriju zavarenog spoja, odnosno specifikacija tehnologije zavarivanja mora da sadrži sve podatke koji se odnose na uslove izvođenja operacije zavarivanja.

Podaci koje sadrži specifikacija tehnologije zavarivanja mogu se podeliti na nekoliko grupa:

- podaci o proizvođaču,
- podaci o osnovnom materijalu,
- zajednički podaci za sve tehnologije i
- posebni podaci za pojedine grupe postupaka zavarivanja.

Podaci o proizvođaču obuhvataju: identifikaciju proizvođača, identifikaciju specifikacije tehnologije zavarivanja i identifikaciju kvalifikacije tehnologije zavarivanja.

Podaci o osnovnom materijalu obuhvataju: vrstu osnovnog materijala i dimenzije materijala- debljina i prečnik.

Zajednički podaci za sve tehnologije obuhvataju: postupak zavarivanja, pripremu spoja, položaj zavarivanja, pripremu žleba, tehnike zavarivanja, žljebljenje korenske strane, primenu podloške, dodatni materijal (označavanje, mere, rukovanje), parametre zavarivanja, mehanizovano zavarivanje, temperaturu predgrevanja, međuslojnu temperaturu i termiču obradu posle zavarivanja.

Posebni podaci obuhvataju elemente karakteristične za pojedine postupke zavarivanja, kao što su: brzina topljenja elektrode kod REL postupka, odstojanje mlaznice, vrsta praška kod EPP postupka, zaštitni gas, brzina dodavanja žice, odstojanje kontaktne mlaznice kod MIG/MAG postupak i prečnik i oznaka W-volframove elektrode, kao i vrsta i protok zaštitnog gasa kod TIG postupka.

Održavanje šifarnika o specifikacijama. Ova aktivnost obuhvata formiranje i održavanje šifarnika o specifikacijama tehnologija zavarivanja, kao i dodeljivanje određenih brojeva specifikacijama.

Izveštaj o specifikaciji. Izveštaj o specifikaciji tehnologije zavarivanja dat je u okviru rezultata istraživanja. Svrha procedura je da se osigura da zavarivanje i srodne aktivnosti odvijaju kao što je planirano prema pripremljenim specifikacijama tehnologije zavarivanja u skladu sa SRPS EN ISO 15609- Specifikacija i kvalifikacija tehnologije zavarivanja metalnih materijala- Specifikacija tehnologije zavarivanja.

Procedura se odnosi na pripremu specifikacije tehnologije zavarivanja. Odgovornost za aktivnost zavarivanja u odnosu na pripremu specifikacije tehnologije zavarivanja je na odgovornom koordinatoru zavarivanja. Procedura za pripremu specifikacija tehnologija zavarivanja uključuje:

- nivo kvaliteta zavarenog spoja,
- tolerancije za pripremu spojeva i za parametare zavarivanja,
- proizvode za koje se koriste procedure,
- metod kvalifikacije,
- izbor potrošnog materijala za zavarivanje (na osnovu izvršenih testova, iskustva ili zahteva kupca uzimajući u obzir dodatne preporuka datih od strane proizvođača potrošnih materijala i eventualnih zahteva treće strane),
- ko ima pravo da potpiše specifikacije tehnologije zavarivanja,
- posebne procedure za:
 - čišćenje,
 - pripajanje,
 - premazivanje,
 - ugao otvora korena,
 - predgrevanje (u skladu sa ISO 13916) i
 - popravku zavarivanjem- reparaturu.

4.1.4. Kontrola kvaliteta

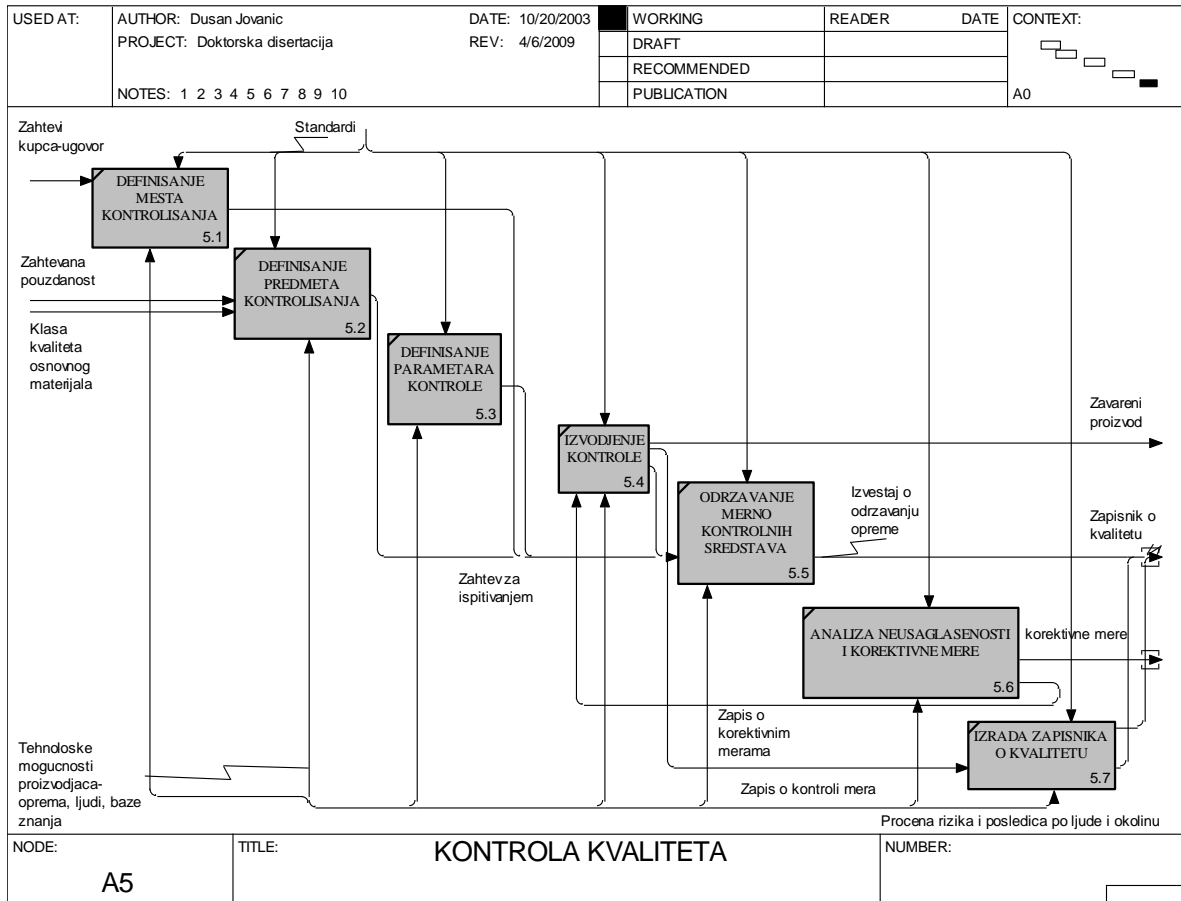
Kontrola i ispitivanje moraju da budu ugrađeni u odgovarajućim tačkama proizvodnog procesa da bi se obezbedila saglasnost sa zahtevima iz ugovora jer je zavarivanje specijalan proces. Mesto i obim svake kontrole i ispitivanja zavisice od ugovora i primenjenog standarda, postupka zavarivanja i tipa konstrukcije.

Za elemente koji se kontrolišu neophodno je predvideti korektivne mere u slučaju da elementi ne odgovaraju specificiranim zahtevima, kako bi se sprečila njihova nepravilna upotreba. Za sve poravke koje se preduzimaju od strane proizvođača, potrebno je da postoji odgovarajuća procedura na svim radnim mestima gde se vrši popravka.

Posle izvršene popravke mora se izvršiti ponovna kontrola i ispitivanje u skladu sa prvobitnim zahtevima i sa posebnom pažnjom, jer su mesta popravke najkritičnija mesta u konstrukciji. Procedura treba da obezbedi da uslovi suprotni zahtevima kvaliteta-neusaglašenosti sa zahtevima iz ugovora, budu odmah identifikovani i korigovani i po potrebi da bude obavešten kupac.

Na sl. 12 prikazan je dekompozicioni dijagram za aktivnost kontrola kvaliteta, koja se sprovodi kroz sledeće aktivnosti:

- definisanje mesta kontrolisanja,
- definisanje predmeta kontrolisanja,
- definisanje parametara kontrole,
- izvođenje kontrole,
- održavanje merno-kontrolnih sredstava,
- izrada kvalifikacije tehnologije zavarivanja i
- izrada specifikacije tehnologije zavarivanja.



Slika 12. Dekompozicioni dijagram za aktivnost kontrola kvaliteta

4.1.4.1. Definisane mesta kontrolisanja

U okviru ove aktivnosti definiše se kontrola kvaliteta u prijemu, u pogonu i završna kontrola.

Kontrola kvaliteta u prijemu. Pre početka zavarivanja, kada je potrebno, proverava se:

- validnost i područje odobrenja kvalifikacija (atesta) zavarivača prema SRPS EN ISO 9606,
- validnost kvalifikacije tehnologije zavarivanja prema EN ISO 15614,
- identitet osnovnog materijala, tj. provera atesta i kvaliteta osnovnog materijala,
- identitet potrošnog materijala tj. provera atesta i kvaliteta potrošnog materijala (elektroda, praha, žice, gasova)
- priprema spojeva za zavarivanje prema SRPS EN ISO 9692,
- podešavanje, pritezanje i pripajanje,
- neki posebni zahtevi iz specifikacije tehnologije zavarivanja,

- kontrola uređaja i opreme,
- priprema za propisano ispitivanje i
- pogodnost radnih uslova za zavarivanje, uključujući i okolinu tj. vremenske uslove.

Svrha procedure je da obezbedi kontrolu kvaliteta pre zavarivanja. Procedura se odnosi na kontrolu kvaliteta pre zavarivanja, odnosno na vizuelnu kontrolu i za ispitivanje sa i bez razaranja. Odgovornost za kontrolu kvaliteta pre zavarivanja dodeljuje se npr. direktoru kvaliteta ili nekoj drugoj osobi koja je nezavisna od proizvodnje. Osoba ili nezavisno ispitno telo koja vrši ispitivanje je odgovorna za ispitivanje i rezultate ispitivanja, koji mogu biti: usaglašen i nije usaglašen i evidentira ih u *zapisnik o prijemu*. Osoblje za vizuelno ispitivanje mora redovno proveravati vid na 12 meseci. Zavarivač ili druga osoba obučena za poslove ispitivanja može izvršiti vizuelno ispitivanje zavarenih spojeva ukoliko se ne zahteva eksterno ispitivanje. Mesto i obim kontrolisanja i/ili ispitivanja zavisi od ugovora i/ili standarda proizvoda, procesa zavarivanja i tipa konstrukcije.

Ispitivanje i kontrolisanje pre zavarivanje obuhvata:

a) *Kontrolisanje kvalifikacija zavarivača:*

- validnost i
- područje važnosti.

b) *specifikacije tehnologije zavarivanja ili uputstva za rad:*

- validnost specifikacija tehnologija zavarivanja,
- osnovni materijal i debljina materijala,
- identitet osnovnog materijala (označavanje, skladištenje i stanje),
- identitet potrošnog materijala (označavanje, skladištenje i stanje),
- dimenzije pripreme žleba (metod pripreme- mehanički ili termički, ugao nagiba, razmak u korenu, zatupljenje korena, debljina),
- podešavanje- pozicioniranje, pritezanje i pripajanje,
- njihanje,
- podešavanje parametara zavarivanja (struje zavarivanja, napon, brzina dodavanja žice),
- merenje temperature predgrevanje,
- čišćenje,
- uslovi okoline (temperatura, vetar) i
- bilo koji dodatni zahtev iz specifikacije (npr. prevenciju od krivljenja).

c) *tehnološke probe u pogonu:*

- priprema delova za ispitivanje

d) *Neusaglašenost*

Kontrola kvaliteta u pogonu. U toku zavarivanja kontroliše se, kada je potrebno, sledeće:

- osnovni parametri zavarivanja (npr. struja zavarivanja, napon luka i brzina zavarivanja),
- temperatura predgrevanja, međuslojna temperatura (ISO 13916),
- čišćenje i oblik zavara i prolaza u metalu šava,
- žljebljenje korena, upotreba podloške,
- redosled zavarivanja, kao i kontrola korena, ispune i završnog sloja,
- pravilna upotreba, rukovanje, sušenje, identifikacija i sledljivost potrošnog materijala,
- pravilna upotreba, rukovanje, identifikacija i sledljivost osnovnog materijala,
- kontrola krivljenja,
- bilo koja međufazna ispitivanja, npr. dimenzionlana kontrola.

Svrha procedure je da obezbedi kontrolu kvaliteta tokom zavarivanja. Procedura se odnosi na kontrolu kvaliteta tokom zavarivanja u skladu sa SRPS EN ISO 13916- Zavarivanje- Uputstvo za merenje temperature predgrevanja, međuprolazne temperature i temperature održavanja predgrevanja, SRPS EN 1011- Zavarivanje- preporuke za zavarivanje metalnih materijala, SRPS CEN ISO/TR 17844:2008- Zavarivanje- Upoređivanje standardizovanih metoda sprečavanja hladnih prslina.

Odgovornost za kontrolu kvaliteta tokom zavarivanja dodeljuje se npr. direktoru kvaliteta ili nekoj drugoj osobi koja je nezavisna od proizvodnje, zbog sukoba interesa. Osoba ili nezavisno ispitno telo koja vrši ispitivanje je odgovorna za ispitivanje i rezultate ispitivanja i evidentira ih u kontrolnu kartu. Osoblje za vizuelno ispitivanje moraju redovno proveravati vid na 12 meseci. Mesto i obim kontrolisanja i/ili ispitivanja zavisi od ugovora i/ili standarda proizvoda, procesa zavarivanja i tipa konstrukcije.

Kontrolisanje tokom zavarivanja obuhvata:

a) *kontrola parametara zavarivanja:*

- jačina struje zavarivanja,
- napon luka,

- brzina zavarivanja,
- protok gasa,
- udaljenost mlaznice od predmeta,
- dužina slobodnog kraja žice.

b) Merenje temperature. Standard ISO 13916 može da se koristi prilikom merenja temperature pregrevanja, međuslojne temperatura i održavanje temperature predgrevanja,

c) upotreba i rukovanje, identifikacija i sledljivost potrošnog materijala za zavarivanje,

d) čišćenje i oblik zavara i sloja metala šava i broj prolaza,

e) raspored slojeva zavarivanja- redosled zavarivanja,

f) žlebljenje korena i upotreba podloške,

g) kontrola krivljenja,

h) zahtevana međufazna kontrola (npr. provera dimenzija) i

i) neusaglašenost.

Završna kontrola. Posle zavarivanja proverava se usaglašenost sa odgovarajućim kriterijumima prihvatljivosti na osnovu plana kontrolisanja:

- ispitivanje bez razaranja (ISO 9712)- vizuelna kontrola, radiografska, penetrantska, magnetna, metalografska, ultrazvučna, akustična emisija i kontrola nepropusnosti,

- ispitivanje razaranjem- ispitivanje na zatezanje epruvete (najčešće se traže napon tečenja, zatezna čvrstoća, prekidna čvrstoća, kontrakcija i izduženje, ali se mogu tražiti i neka druga svojstva), merenja tvrdoće (najčešće jedna od sledećih metoda: HV30, HV10, HV5, HV1, ređe HB ili neka druga metoda), ispitivanje udarne žilavosti (Charpy- V), ispitivanja iz područja mehanike loma, različita korozijska ispitivanja (opšta korozija, korozija uz naprezanje pri delovanju različitih agresivnih medija, piting, selektivna korozija), različita dinamička ispitivanja, različite radioničke probe i probe zavarljivosti i dr.

- oblik, izgled, mere i tolerancije zavarene konstrukcije i

- rezultati i zapisi o operacijama posle zavarivanja (brušenje, termička obrada nakon zavarivanja, starenje).

Procedura se odnosi na kontrolu kvaliteta nakon zavarivanja u skladu sa ISO 17635, ISO 17636, ISO 17637, ISO 17638, ISO 17639, ISO 17640. Odgovornost za kontrolu kvaliteta nakon zavarivanja dodeljuje se npr. direktoru kvaliteta ili neka druga osoba koja je nezavisna od proizvodnje.

Osoba ili nezavisno ispitno telo koja vrši ispitivanje je odgovorna za ispitivanje i rezultate

ispitivanja. Ovaj postupak je verifikacija- vrednovanje da su ispunjeni specificirani zahtevi. Usaglašeni proizvodi se evidentiraju označavanjem sa oznakom usaglašeno i overavanjem radne liste i kartice materijala. Neusaglašeni proizvodi se odvajaju i obeležavaju sa oznakom neusaglašeno. Mesto i obim kontrolisanja i/ili ispitivanja zavisi od ugovora i/ili standarda proizvoda, procesa zavarivanja i tipa konstrukcije.

Kontrolisanje nakon zavarivanja obuhvata:

a) implementacija plana ispitivanja (ispitivanje sa i bez razaranja)

b) provere izveštaja ispitivanja:

- obim ispitivanja,
- nivo prihvatljivosti,
- kvalifikacije osoblja za ispitivanje i kontrolisanje,

c) provere oblika, izgleda i dimenzija konstrukcije

d) rezultate naknadne obrade:

- brušenja,
- zapisa naknadne termičke obrade,

e) neusaglašenost.

Plan kontrolisanja i ispitivanja uključuje:

- predmet ispitivanja (broj radnog naloga, broj komada, postupak izrade, naziv predmeta, broj crteža, standard i identifikacioni broj),
- obim ispitivanja i korišćena oprema,
- vreme i mesto ispitivanja,
- metode ispitivanja / oprema,
- podugovaranja,
- instrukcije za ispitivanja,
- uslovi ispitivanja (npr osvetljenje min. 500 lux, ugao gledanja min. 30°, udaljenost objekta max. 600 mm,
- nivo prihvatljivosti- u zavisnosti od IBR metode,
- oblik izveštaja, rezultati kontrolisanja, odgovorno lice i datum kontrolisanja.

Status kontrolisanja i ispitivanja zavarene konstrukcije dat je na odgovarajući način, npr. pomoću oznaka na samom objektu- elementu ili kartice sledljivosti i to tako da se obeleži da li je proizvod na prijemu, u proizvodnji ili u fazi završne kontrole. Kontrolisanje se beleži u knjigu evidencije zapisnika o kontrolisanju.

4.1.4.2. Definisane predmeta kontrolisanja

Predmet kontrolisanja u postupku zavarivanja su izvršiooci, radno mesto- pogon i oprema za zavarivanje, postupak zavarivanja, zavareni spoj, odnosno zavarena konstrukcija (proizvod), kao i podugovarač, osnovni materijal i potrošni materijal.

4.1.4.3. Definisane parametara kontrole

Parametri koji se kontrolišu su: električni parametri, žilavost, tvrdoća i zatezna čvrstoća zavarenog spoja, savijanja, poroznost, prsline, gasni mehurovi, uključci, provarenost, zajed, nadvišenje lica i korena šava, prokapljine, prskanje (brizganje), prelivanje, nastavak zavara, greške oblika i ostale greške prema ISO 6520.

4.1.4.4. Izvođenje kontrole

Izvođenje kontrole je aktivnost kojom se neposredno vrši ispitivanje, odnosno kontrolisanje predmeta kontrole na određenom mestu kontrolisanja i kao rezultat ove aktivnosti dobijaju se određeni rezultati kontrolisanja. Ovi rezultati se upoređuju sa kriterijumima prihvatljivosti grešaka zavarenih spojeva prema ISO 5817.

4.1.4.5. Održavanje merno kontrolnih sredstava

Proizvođač je dužan da obezbedi odgovarajuće baždarenje opreme za kontrolu i ispitivanje. Sva oprema koja se koristi za obezbeđenje kvaliteta zavarene konstrukcije mora se na odgovarajući način kontrolisati i baždariti u utvrđenim vremenskim intervalima.

4.1.4.6. Analiza neusaglašenosti i korektivne mere

Za elemente koji se kontrolišu neophodno je predvideti korektivne mere u slučaju da elementi ne odgovaraju predviđenim zahtevima, kako bi se sprečila njihova nepravilna upotreba.

Ova aktivnost obuhvata eventualne popravke zavarenog spoja, dodatna termička obrada spojeva, mehanička obrada spojeva, proračun detalja obzirom na stvarne dimenzije, oblik i

svojstva, kao i analizu grešaka pomoću mehanike loma i drugih metoda bez razaranja- IBR (ISO 9712) i sa razaranjem materijala.

Svrha procedure je da osigura da:

- se neusaglašeni proizvod sa zahtevanim ne ide u dalju proizvodnju, u upotrebu ili da bude isporučen kupcu,
- korekcija- ispravka neusaglašenosti,
- su korektivne mere preduzete da bi se izbeglo ponavljanje greške- neusaglašenosti.

Procedura se odnosi na neusaglašenosti pronađenih tokom kontrolisanja. Odgovornost za neusaglašenosti pronađenim tokom kontrolisanja dodeljuje se npr. direktoru proizvodnje ili koordinatoru zavarivanja. Odgovorna osoba obezbeđuje da korekcije/ popravke budu u skladu sa uputstvima, ispitani i kontrolisani i da nakon završetka bude postignut traženi kvalitet. Bilo koje popravno zavarivanje vrši se u skladu sa kvalifikovanim procedurama zavarivanja i mora se ponovo ispitati.

Neusaglašenost su sva odstupanja od specificiranih zahteva.

Ako su neusaglašenosti pronađene tokom kontrolisanja, odgovorno lice za kontrolisanje će o tome obavesti odgovornog koordinatora za zavarivanje koji će napraviti *Izveštaj o neusaglašenosti* na obrascu, koji treba da sadrži:

- opis neusaglašenosti sa odgovarajućim dokumentom,
- uzrok neusaglašenosti. Razmatrajući okolnosti pod kojima je nastala neusaglašenost odgovorno lice zajedno sa odgovornim zaposlenim, tehničkom kontrolom i tehničkim direktorom po potrebi, upisuje ustanovljeni uzrok nastajanja neusaglašenosti u obrazac *Izveštaj o neusaglašenom proizvodu* u polje utvrđivanje uzroka neusaglašenosti proizvoda i predlaže aktivnosti u cilju otklanjanja.
- korektivne akcije. Tehnički direktor na osnovu uočene neusaglašenosti inicira poboljšanja ili utvrđivanje uzroka određujući odgovorno lice i rok u obrascu *Zahtev za sprovođenje korektivnih mera*.

Stručna ekipa na čelu sa tehničkim direktorom donosi odluku o rešavanju neusaglašenosti i postupanja sa neusaglašenim proizvodom. U obrazac *Predložene mere za otklanjanje neusaglašenosti proizvoda*, upisuju se mere za rešavanje neusaglašenosti. Nakon toga, obeleženi, neusaglašeni proizvod se odlaže na zato predviđeno mesto, obaveštava kupac i čekaju na dalju aktivnost. Ispravke uz dozvolu od odgovornog lica ili alternativna upotreba ili odstranjivanje u staro gvožđe ukoliko neusklađenosti nije moguće ispraviti, po čijoj realizaciji se ispunjavaju

Realizovane aktivnosti na otklanjanju neusaglašenosti.

- odluka- rešenje (odgovorno lice ili tehnički direktor potpisom verifikuje predloženo rešenje),
 - kontrolu sprovođenja vrši odgovorno lice,
 - povećanje obima ispitivanja i dodatne metode ispitivanja (u skladu sa standardima)
- Obrazac se izrađuje u dva primerka, jedan ostaje (rukovodiocu celine) ili odgovornom licu (odgovornom kordinatoru zavarivanja).

Svrha procedure je da osigura da:

- korekcija neusaglašenosti,
- su korektivne mere preduzete da bi se izbeglo ponavljanje greške- neusaglašenosti.

Procedura se odnosi na neusaglašenostima pronađenih nakon isporuke. Odgovornost za neusaglašenostima pronađenih nakon isporuke dodeljuje se npr. direktoru proizvodnje ili kordinatoru zavarivanja. Odgovorna osoba obezbeđuje da korekcije/ popravke budu u skladu sa uputstvima, ispitani i kontrolisani i da nakon završetka bude postignut traženi kvalitet. Bilo koje popravno zavarivanje vrši se u skladu sa kvalifikovanim procedurama zavarivanja.

Ako su neusaglašenosti pronađene nakon isporuke, potrebno je da odgovorno lice proizvođača u saradnji sa naručiocem napravi *Izveštaj o neusaglašenosti*, koji treba da sadrži:

- Označavanje i opis neusaglašenosti sa odgovarajućim dokumentom.
- Uzrok neusaglašenosti. Razmatrajući okolnosti pod kojima je nastala neusaglašenost odgovorno lice u saradnji sa naručiocem, tehničkom kontrolom i tehničkim direktorom po potrebi, upisuje ustanovljeni uzrok nastajanja neusaglašenosti u obrazac *Izveštaj o neusaglašenom proizvodu* u polju: utvrđivanje uzroka neusaglašenosti proizvoda i predlaže aktivnosti u cilju otklanjanja (npr: da li je specifikacija tehnologije zavarivanja u skladu sa zahtevima za proizvod, da li je specifikacija tehnologije zavarivanja pogrešno pripremljena, da li je specifikacija tehnologije zavarivanja kvalifikovan u skladu sa prethodnim iskustvima prema EN ISO 15611
- Korektivne i preventivne akcije. Tehnički direktor na osnovu uočene neusaglašenosti inicira poboljšanja ili utvrđivanje uzroka određujući odgovorno lice i rok u obrascu *Zahtev za sprovođenje korektivnih mera*.

Stručna ekipa iz prethodne tačke na čelu sa tehničkim direktorom donosi odluku o rešavanju neusaglašenosti i postupanja sa neusaglašenim proizvodom i u polju *Predložene mere za otklanjanje neusaglašenosti proizvoda* upisuju se mere za rešavanje neusaglašenosti.

Nakon toga, obeleženi, neusaglašeni proizvod se odlaže na zato predviđeno mesto i čekaju na dalju aktivnost (ispravke uz dozvolu naručioca ili alternativna upotreba ili odstranjivanje u staro gvožđe ukoliko neusklađenosti ne može da se otkloni), po čijijoj realizaciji se ispunjava polje *Realizovane aktivnosti na otklanjanju neusaglašenosti.*

- odluka- rešenje (odgovorno lice ili tehnički direktor potpisom verifikuje predloženo rešenje)
- kontrolu sprovođenja vrši odgovorno lice i
- koje spitivanje bez razaranja treba uraditi i u kom obimu (u skladu sa standardima).

4.1.4.7. Izrada zapisnika o kvalitetu

Zapisi o kvalitetu, prema zahtevima iz ugovora, moraju da sadrže:

- zapis o analizi ugovora ili projekta,
- atest osnovnog materijala,
- atest potošnih materijala,
- specifikaciju tehnologije zavarivanja,
- uverenje o kvalifikaciji tehnologije zavarivanja,
- uverenje o kvalifikaciji zavarivača,
- uverenje o osposobljenosti kadrova za ispitivanje bez razaranja,
- termičku obradu i zapis o specifikaciji postupka,
- zapis o ispitivanju bez razaranja i sa razaranjem,
- zapis o kontroli mera,
- zapis o popravkama i drugim nedostacima.

Prema standardu SRPS EN ISO 3834- Zahtevi kvaliteta pri zavarivanju, zapisi o kvalitetu se moraju čuvati najmanje 5 godina ukoliko nije drugačije utvrđeno zahtevima. U tabeli 1 prikazani su vrste dokumenata, mesto i period čuvanja kao i odgovorno lice.

Svrha procedure je da osigura da se pravilno upravnja zapisima o kvalitetu.

Procedura se odnosi na zapise o kvalitetu. Zapisi kvaliteta su bitan deo sistema osiguranja kvaliteta kompanije. Oni obezbeđuju osnovu za politiku kvaliteta, ciljeve kvaliteta i metode rada i oni obezbeđuju ponovljivost procedura. Na taj način će kupci biti uvereni u sposobnost kompanije da proizvede i dostavi zahtevani proizvod.

Odgovornost za zapise o kvalitetu dodeljuje se npr. rukovodiocu službe kontrole.

Zapisi o kvalitetu mogu biti:

- **Dokumenti koji se odnose na sopstvene aktivnosti kompanije.** Lista internih dokumenata prema potrebama procesa, a koje izrađuju nosioci procesa ili lica delegirana za taj posao: šema organizacije, raspodela odgovornosti, dijagram toka materijala, lista opreme i dokumenti iz ISO 3834-2, radna uputstva, radni nalozi, prijemnice, otpremnice, dostavnice, ponude, tenderi, narudžbe, crteži, dokumenti koji se odnose na nabavku, odobreni podizvođači, izveštaji i procedure ispitivanja sa i bez razaranja, sertifikati-atesti materijala, procedure za prihvatanje osnovnog materijala i prenos oznake.
- **Zapisi koji proizilaze iz dokumenata, izveštaja o proizvodu i dokumentima koja se dostavljaju kupcu zajedno sa proizvodom.** Ugovor, standard ili zakon može zahtevati da određeni zapisi o kvalitetu moraju biti dostavljeni kupcu zajedno sa proizvodom, a u nekim slučajevima i do nadležnih organa. Zapisi o kvalitetu treba da omoguće dokumentovanje traženih kvaliteta i efikasno funkcionisanje procedura kvaliteta. Dokumenti treba da budu pripremljeni u fazi proizvodnje ili kontrole tako da mogu biti prikupljeni odmah kada je proizvod završen. Odgovorna osoba, koordinator za zavarivanje ili lice odgovorno za kvalitet, treba da proveri i odobri dokumente pre slanja do kupca. Dokumenti treba da budu dovoljno jasni, precizni i lako identifikovati za određeni proizvod, tako da se naknadno može dokazati sledljivost i da su ispunjeni zahtevi iz ugovora.

Proizvođač arhivira i označava dokumenta u skladu sa svojim procedurama upravljanja dokumentima i *Uputstvom za izradu i označavanje dokumenata*. Drugi način da se osigura kvalitet je posedovanje plana proizvodnje i kontrole koji pokriva sve faze i operacije koje su uključene u proizvodnju i kontrolu, potpisane od strane odgovornog lica nakon završetka operacija zavarivanja i kontrolisanja. Dokumenti koji su navedeni u ugovoru podnose se zajedno sa proizvodom.

Dokumenta koja mogu biti isporučena su:

- zapisi provere zahteva / tehničkog preispitivanja,
- plan proizvodnje / kvaliteta,
- sertifikati/ atesti materijala,
- informacije o potrošnom materijalu za zavarivanje,
- izveštaji ispitivanja materijala,
- kartice koje se odnose na kontrolu/ Kontrolne karte,
- izveštaji merenje i ostalih ispitivanja,
- lista korišćenih specifikacija tehnologija zavarivanja,

- lista kvalifikovanih zavarivača koji su radili na proizvodu,
- izveštaji i procedure termičke obrade,
- izveštaji i zapisi/ evidencija popravke i neusaglašenosti.

Dokumenti i zapisi kvaliteta, mesto čuvanja, odgovorno lice i vreme čuvanja dati su Tabeli 1.

Tabela 1. Dokumenti i zapisi kvaliteta

Naziv zapisa- dokumenta	Mesto čuvanja	Odgovorno lice	Vreme čuvanja
Zapisi o pregledu zahteva i tehničkom preispitivanju/ocena	Služba planiranja	Tehnički direktor	10 god.
Obrazac za naručivanje kod podugovarača	Služba nabavke	Komercijalni direktor	10 god.
Sertifikati zavarivača i operatera	Proizvodnja	Direktor proizvodnje	5 god.
Sertifikati i diplome IWE i IBR osoblja	Proizvodnja	Direktor proizvodnje	neograničeno
Aparati za zavarivanje	Proizvodnja	Direktor proizvodnje	10
Plan/ karta održavanja	Služba održavanja	Rukovodilac održavanja	10 god.
Plan proizvodnje	Služba istraž. i razvoja	Direktor istraž. i razvoja	5 god.
Plan zavarivanja	Služba planiranja	Tehnički direktor	5 god.
Dijagram toka materijala	Proizvodnja	Direktor proizvodnje	5 god.
Prethodne specifikacije tehnologije zavarivanja pWPS	Proizvodnja	Direktor proizvodnje	neograničeno
Specifikacije tehnologije zavarivanja WPS	Proizvodnja	Direktor proizvodnje	neograničeno
Kvalifikacije tehnologije zavarivanja WPQR	Služba Planiranja	Tehnički direktor	neograničeno
Plan kontrolisanja	Služba	Rukovodilac	5 god.

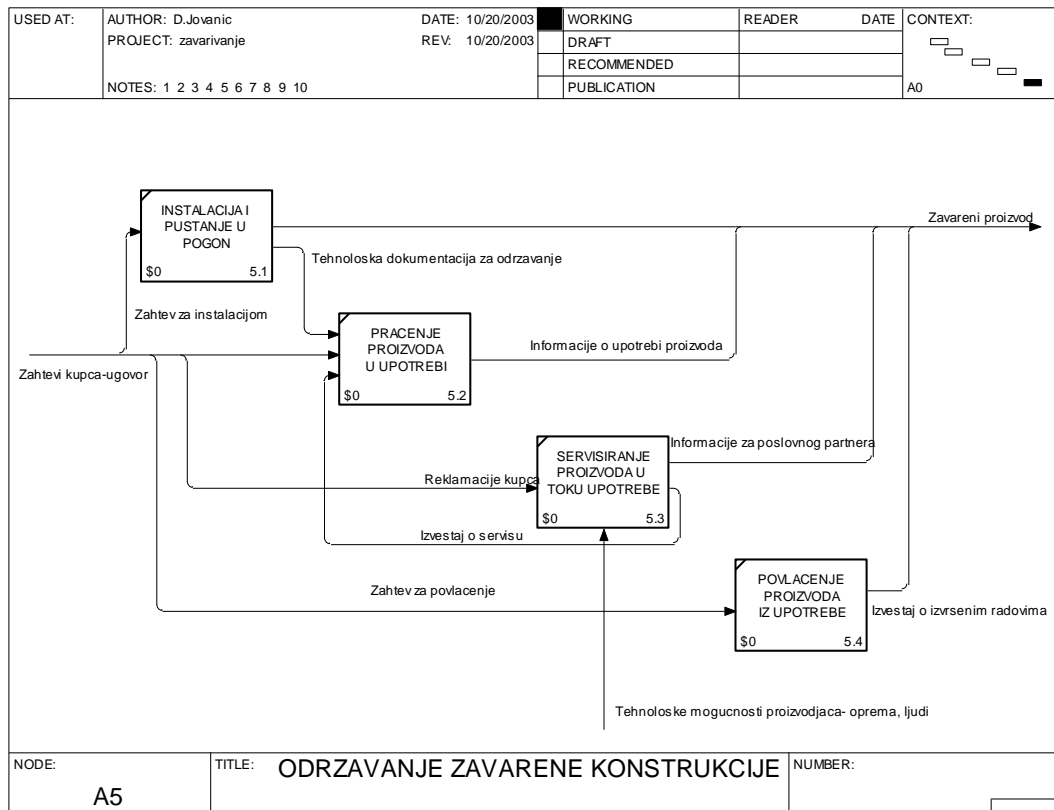
Naziv zapisa- dokumenta	Mesto čuvanja	Odgovorno lice	Vreme čuvanja
	kontrolisanja	kontrolisanja	
Dimenzionalni protokol	Služba kontrolisanja	Rukovodilac kontrolisanja	5 god.
Zapisi o vizuelnom ispitivanju zavarenih spojeva	Služba kontrolisanja	Rukovodilac kontrolisanja	5 god.
Zapisi o penetrantskom ispitivanju zavarenih spojeva	Služba kontrolisanja	Rukovodilac kontrolisanja	5 god.
Ostali zapisi o ispitivanju zavarenih spojeva	Služba kontrolisanja	Rukovodilac kontrolisanja	5 god.
Spisak opreme/ merila	Služba kontrolisanja	Rukovodilac kontrolisanja	5 god.
Lista zaliha osnovnih materijala	Služba nabavke	Komercijalni direktor	5 god.
Atesti osnovnog materijala	Proizvodnja	Komercijalni direktor	5 god.
Lista zaliha potrošnih materijala	Služba nabavke	Komercijalni direktor	5 god.
Atesti potrošnih materijala	Proizvodnja	Direktor proizvodnje	5 god.
Specifikacije termičke obrade	Proizvodnja	Rukovodilac kontrolisanja	5 god.
Zapisi termičke obrade	Proizvodnja	Rukovodilac kontrolisanja	5 god.
Upravljanje neusaglašenostima	Služba planiranja	Tehnički direktor	5 god.
Karton ocene dobavljača	Služba nabavke	Komercijalni direktor	5 god.
Izveštaji o kalibraciji merne i ispitne opreme	Služba kontrolisanja	Rukovodilac kontrolisanja	5 god.
Vremenski plan izvođenja i sledljivost	Služba Planiranja	Tehnički direktor	5 god.

4.1.5. Održavanje zavarene konstrukcije

Održavanje zavarene konstrukcije, odnosno praćenje proizvoda u upotrebi treba da ukaže da se zatvara petlja kvaliteta. U okviru ove aktivnosti obavlja se niz poslova koje možemo prikazati dekompozicionom dijagramom.

Na sl. 13 prikazan je dekompozicioni dijagram za aktivnost održavanje zavarene konstrukcije, koja se sprovodi preko sledećih aktivnosti:

- instalacija i puštanje u pogon,
- praćenje proizvoda u upotrebi,
- servisiranje proizvoda u toku upotrebe i
- povlačenje proizvoda iz upotrebe.



Slika 13. Dekompozicioni dijagram za aktivnost održavanje zavarene konstrukcije

4.1.5.1. Instalacija i puštanje u pogon

Ovu aktivnost obavljaju stručnjaci od strane proizvođača ili kupca kako bi se on što bolje upoznao sa karakteristikama proizvoda. Zbog toga su uputstva obavezni deo dokumentacije za korisnika i u njima je jasno naglašen način upotrebe o održavanja proizvoda.

Da bi se ova aktivnost mogla obaviti potrebno je izvršiti:

- pripremu za ugradnju, gde se propisuje u čijoj je nadležnosti instalacija proizvoda, provera saglasnosti dokumentacije sa primljenim proizvodom i analiza uputstva za instalaciju,
- instalisanje prema uputstvu sa alatom i priborom koji zadovoljava u pogledu kvaliteta i uz proveru raspoloživosti svih resursa neophodnih za postavljanje (prostor, energija i dr.),
- vizuelnu kontrolu, kojom se nalicu mesta otklanjaju oštećenja i sl.,
- ispitivanje i rešavanje neusaglašenosti,
- dokumentovanje predaje proizvoda.

4.1.5.2. Praćenje proizvoda u upotrebi

Da bi se ovaj proces obavio proizvođač treba da sakupi:

- izveštaje od strane korisnika,
- analize otkaza,
- podatke o pouzdanosti zavarene konstrukcije.

Na osnovu ovako prikupljenih podataka može se izvršiti analiza:

- uzroka problema,
- korektivne akcije.

Aktivnost praćenje proizvoda u upotrebi obuhvata:

- praćenje proizvoda u eksploataciji,
- reklamacije kupaca,
- izrada izveštaja.

4.1.5.3. Servisiranje proizvoda u toku upotrebe

Servisiranjem se uspostavlja poverenje izmenju proizvođača i kupca. Praćenjem servisiranja proizvoda mogu se otkriti nedostaci u fazama životnog veka proizvoda.

Ova aktivnost predviđa obavljanje određenih poslova:

- servisiranje proizvoda,
- izrada dokumentacije,
- obuka korisnika,
- praćenje kvaliteta proizvoda.

4.1.5.4. Povlačenje proizvoda iz upotrebe

Da bi se sprovela ova aktivnost potrebno je:

- definisanje razloga za povlačenje, koji mogu biti usled manjkavosti na proizvodu, zahteva bezbednosti ljudi i okoline i obezbeđenja reciklaže proizvoda,
- definisanje postupka povlačenja usled uočene greške,
- praćenje aktivnosti povlačenja,
- definisanje periodičnih provera, u okviru kojih se izvodi periodična provera ispravnosti.

4.2. MODEL PODATAKA- INFORMACIONO MODELIRANJE

Model podataka izvršen je za preispitivanja zahteva iz ugovora i tehničkog preispitivanja, podugovaranja, opreme i osoblja, procesa zavarivanja, rukovanja i skladištenja osnovnog i potrošnog materijala, ispitivanja i kontrole, neusaglašenosti i korektivnih mera, identifikacije i sledljivosti i zapisa kvaliteta.

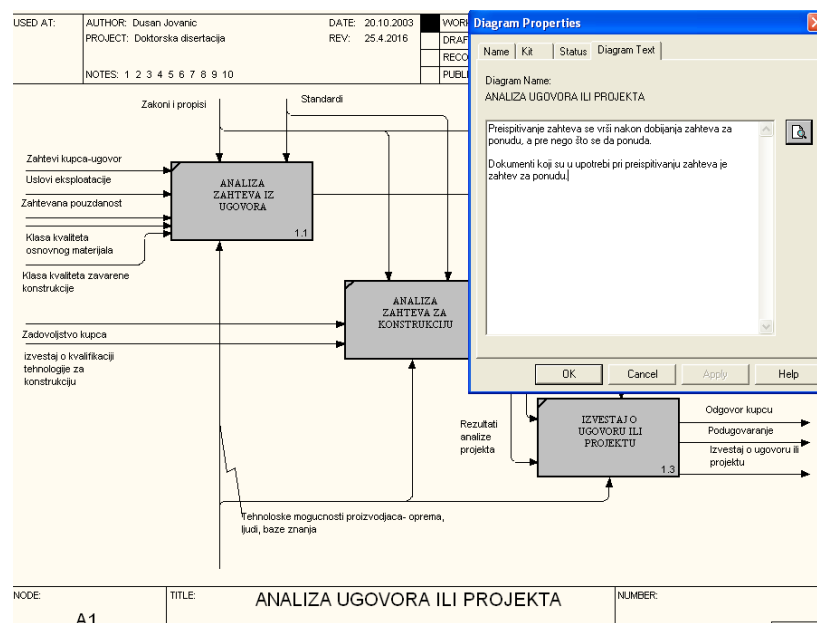
4.2.1. Informaciono modeliranje ugovora

Aktivnost informaciono modeliranje ugovora ostvaruje se CASE alatom ERWin, a za modeliranje ugovora se koristi standard IDEF1X.

U nastavku su detaljno razrađene aktivnosti informacionog modeliranja za aktivnost tehničko preispitivanje i analiza ugovora.

4.2.1.1. Definisane detaljnih zahteva ugovora

Prva aktivnost u okviru informacionog modeliranja je definisanje detaljnih zahteva, u okviru koje je potrebno definisati: detaljno stablo aktivnosti i dekompozicioni dijagram prikazan na sl. 14 sa tekstualnim opisom aktivnosti analiza zahteva iz ugovora i tehničko preispitivanje.



Slika 14. Tekstualni opis aktivnosti analiza zahteva iz ugovora i tehničko preispitivanje

4.2.1.2. Kreiranje ER modela ugovora

Kreiranje ER dijagrama obuhvata sledeće aktivnosti:

- Identifikacija kandidata za entitete,
- Identifikacija veza,
- Definisanje ER modela i
- Verifikacija ER dijagrama.

Identifikacija kandidata za entitete ugovora. Kao kandidati za entitete aktivnosti izrada specifikacije tehnologije zavarivanja izdvojeni su (sl. 15):

- Partner,
- Kupac,
- Predmet poslovanja,
- Zahtev za ponudom partner,
- Ponuda kupcu,
- Zahtev za ponudom,
- Zahtev ponuđača,
- Ponuda ponuđača,
- Zahtev za ponudom stavka,
- Zahtev kupca,
- Zahtev,
- Tehničko preispitivanje i
- Zahtev kupca stavka.

Identifikacija veza ugovora. Definiše veze između entiteta (sl. 15), a treba i da omogući: povezivanje entiteta na osnovu odgovarajućih interesa, definisanje zavisnosti entiteta, definisanje značenja zavisnosti, izvođenje varijacija zavisnosti i izbor entiteta (roditelj) i entiteta (dete).

Entitet *Partner* je roditelj, a u vezi snjim je entitet *Kupac*, *Zahtev za ponudom partner*, *Ponuda kupcu*, *Zahtev za ponudom* i *Zahtev ponuđaca* kao dete.

Entitet *Zahtev za ponudom* je roditelj, a u vezi s njim je entitet *Ponuda ponuđača*, *Zahtev za ponudom stavka* i *Zahtev za ponudom partner* kao dete.

Entitet *Zahtev* je roditelj, a u vezi snjim je entitet *Tehničko preispitivanje* kao dete.

Entitet *Zahtev kupca* je roditelj, a u vezi s njim je entitet *Zahtev kupca stavka* i *Ponudom kupcu* kao dete.

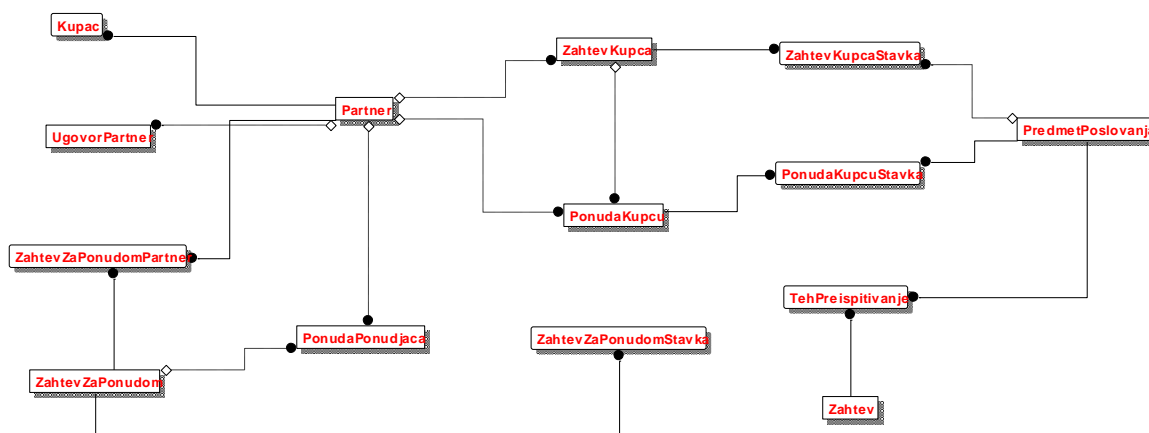
Definisanje ER modela ugovora. Postupak izvođenja ove aktivnosti sadrži:

- definisanje nezavisnih entiteta,
- definisanje zavisnih entiteta i
- definisanje veza.

Nezavisni entitet je objekat koji ima jednu osobinu koja ga može jednoznačno identifikovati i ne zavisi od drugih entiteta. Kao nezavisni entiteti definisani su: *Partner*, *Predmet poslovanja*, *Zahtev*, i *Zahtev za ponudom*.

Zavisni entitet zavise od drugih entiteta i kao karakteristični zavisni entiteti definisani su: *Kupac*, *Ugovor partner*, *Zahtev za ponudom partner*, *Zahtev za ponudom stavka*, *Zahtev kupca*, *Ponuda kupcu*, *Zahtev kupca stavka*, *Tehničko preispitivanje*, *Ponuda kupcu stavka* i *Ponuda ponuđaca*.

Pod vezama podrazumevamo relacije na logičkom nivou. Sve veze su identifikujuće, osim veze *Partner- Ugovor partner*, *Partner- Ponuda kupcu*, *Predmet- Zahtev kupca stavka*, *Zahtev za ponudom- Ponuda ponuđaca*.



Slika 15. Definisanje nezavisni i zavisnih entiteta i veza ugovora

4.2.1.3. Kreiranje atributa specifikacije tehnologije zavarivanja

Kreiranje atributa vrši se kroz izvođenje sledećih aktivnosti:

- definisanje liste kandidata za entitete,
- definisanje ključeva,
- postupak normalizacije i
- definisanje atributa.

Definisanje liste kandidata za attribute ugovora. Ulazna veličina je verifikovani ER model, dok je izlaz ER model sa atributima. Svaki od entiteta može imati proizvoljan broj atributa, dok određeni atribut pripada samo jednom entitetu i predstavlja jednu određenu činjenicu.

Za nezavisni entitet *Partner* definisani su sledeći atributi: *Partner ID, Partner, PIB, Adresa, Tel, e-mail, www, Otvorio, Datum otvorio, Odobrio, Datum odobrenja.*

Za nezavisni entitet *Predmet poslovanja* definisani su sledeći atributi: *Predmet poslovanja ID, Pozicija, Naziv predmeta, Količina, Standard, Slika, Osnovni materijal, Kvalitet, Napomena, Otvorio, Datum otvorio, Izmenio, Datum izmenio.*

Za nezavisni entitet *Zahtev za ponudom* definisani su sledeći atributi: *Zahtev za ponudom ID, Datum zahteva, Broj zahteva.*

Za nezavisni entitet *Zahtev* definisani su sledeći atributi: *Karakteristika ID i Naziv karakteristike.* U okviru atributa *Naziv karakteristike* definišu se: *Osnovni materijal, Kvalitet spojeva, Lokacija zavara, Pristupačnost zavara i Redosled zavara, Priprema ivica šava, WPQR, WPS, Kvalifikacija osoblja, Podizvođači, IBR, Identifikacija i sledljivost, Kontrola kvaliteta, Termička obrada, Radni uslovi, Ostali zahtevi i Neusaglašenost.*

Za zavisni entitet *Kupac* definisani su sledeći atribut: *Kupac ID.*

Za zavisni entitet *Ugovor partner* definisani su sledeći atributi: *Ugovor broj, Partner ID, Potpis, Saglasan, Datum.*

Za zavisni entitet *Zahtev za ponudom partner* definisani su sledeći atributi: *Zahtev za ponudom ID, Partner ID.*

Za zavisni entitet *Zahtev za ponudom stavka* definisani su sledeći atributi: *Zahtev za ponudom ID.*

Za zavisni entitet *Zahtev kupca* definisani su sledeći atributi: *Zahtev kupca ID, Partner ID, Datum prijave, Broj prijave, Primljen dokument, Napomena.*

Za zavisni entitet *Ponuda kupcu* definisani su sledeći atributi: *Ponuda kupcu ID, Zahtev kupca ID, Partner ID, Broj ponude, Datum ponude, Predmet, Tekst ponude.*

Za zavisni entitet *ZahtevKupcaStavka* definisani su sledeći atributi: *Zahtev kupca ID, Redni broj, Predmet poslovanja ID, Kod moguća proizvodnja.*

Za zavisni entitet *Ponuda kupcu stavka* definisani su sledeći atributi: *Ponuda Kupcu ID, Predmet poslovanja ID, Količina.*

Za zavisni entitet *Ponuda ponuđača* definisani su sledeći atributi: *Ponuda Ponuđača ID*, *Zahtev za ponudom ID*, *Ponuda broj*, *Ponuda datum*, *Partner ID*, *Datum ocenjivanja*, *Kod novi postojeći*, *Konačan rang*.

Za zavisni entitet *Tehničko preispitivanje* definisani su sledeći atributi: *Tehnička karakteristika ID*, *Predmet poslovanja*, *Prihvatljivo* i *Napomena*.

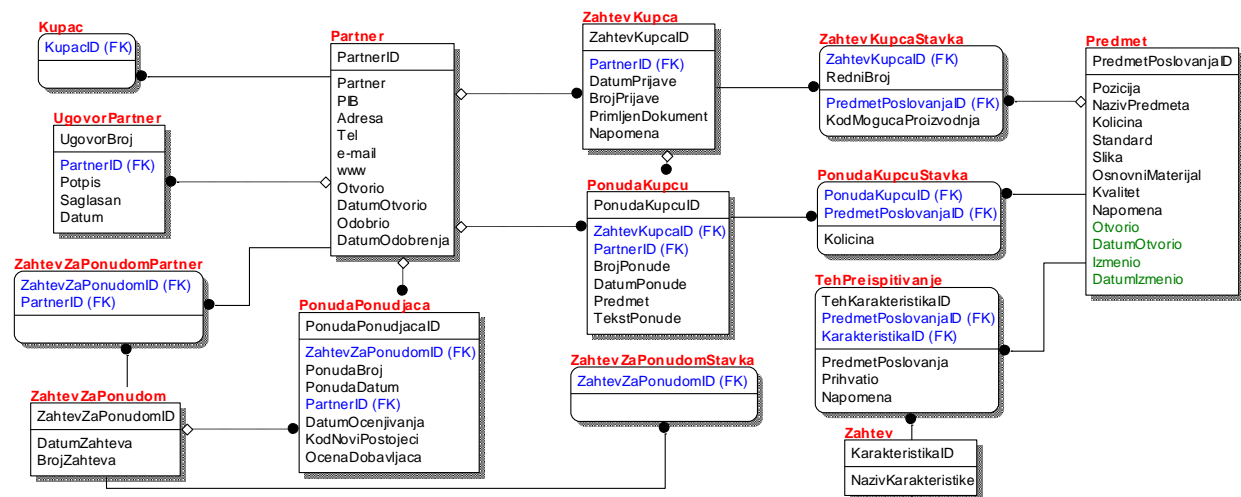
Definisanje ključeva ugovora. Primarni ključevi su definisani za svaki nezavisni entitet i to:

- *Partner ID* za entitet *Partner*,
- *Karakteristika ID* za entitet *Zahtev*,
- *Predmet poslovanja ID* za entitet *Predmet poslovanja* i
- *Zahtev za ponudom ID* za entitet *Zahtev za ponudom*.

Preneseni ključevi (FK) se nalaze kod zavisnih entiteta:

- *Kupac ID* (FK) kod entiteta *Kupac*,
- *Partner ID* (FK) kod entiteta *Ugovor partner*,
- *Partner ID* (FK) i *Zahtev za ponudom partner ID* (FK) kod entiteta *Zahtev za ponudom partner*,
- *Zahtev za ponudom ID* (FK) kod entiteta *Zahtev za ponudom Stavka*,
- *Partner ID* (FK) kod entiteta *Zahtev kupca*,
- *Partner ID* (FK) i *Zahtev kupca ID* (FK) kod entiteta *Ponuda kupcu*,
- *Zahtev kupca ID* (FK) i *Predmet* (FK) kod entiteta *Zahtev kupca stavka* i
- *Ponuda Kupcu ID* (FK) i *Predmet* (FK) kod entiteta *Ponuda kupcu stavka*.

Globalni informacioni model za ugovora prikazan je na sl. 16 i na njemu se vide osnovni entiteti i njihove veze, kao i primarni i preneseni ključevi, koji predstavljaju osnovu za definisanje tabele buduće baze podataka.



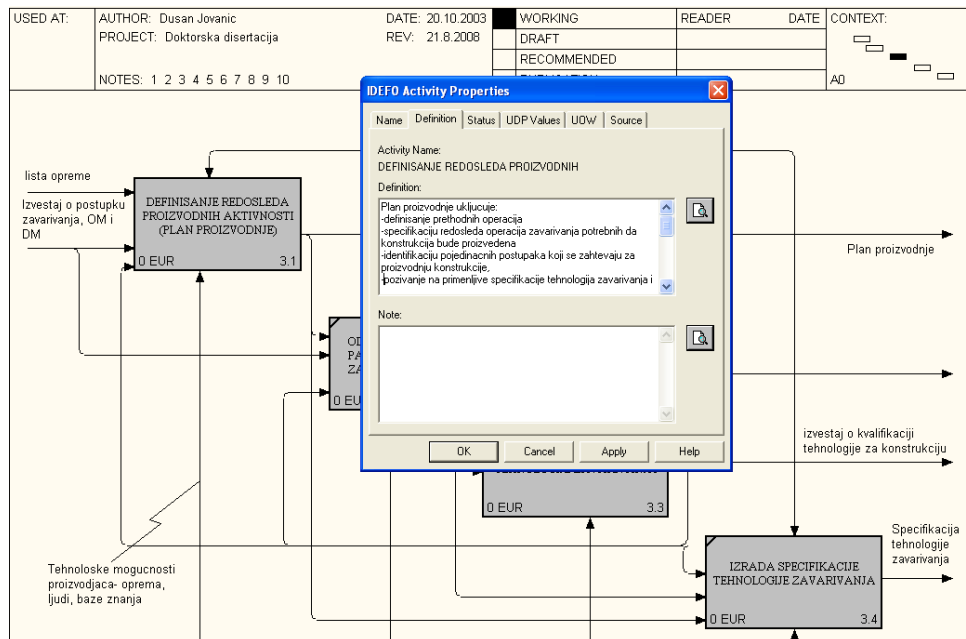
Slika 16. Globalni informacioni model ugovora

4.2.2. Informaciono modeliranje plana proizvodnje

Aktivnost informaciono modeliranje plana proizvodnje ostvaruje se CASE alatom ERWin, a za modeliranje plana proizvodnje se koristi standard IDEF1X.

4.2.2.1. Definisiranje detaljnih zahteva plana proizvodnje

Prva aktivnost u okviru informacionog modeliranja je definisanje detaljnih zahteva, u okviru koje je potrebno definisati: detaljno stablo aktivnosti i dekompozicioni dijagram prikazan na sl. 17 sa tekstualnim opisom aktivnosti izrada plan proizvodnje.



Slika 17. Tekstualni opis aktivnosti plan proizvodnje

4.2.2.2. Kreiranje ER modela plana proizvodnje

Kreiranje ER dijagrama obuhvata sledeće aktivnosti:

- Identifikacija kandidata za entitete,
- Identifikacija veza,
- Definisiranje ER modela i
- Verifikacija ER dijagrama.

Identifikacija kandidata za entitete plana proizvodnje. Kao kandidati za entitete aktivnosti plan proizvodnje izdvojeni su (sl. 18):

- Radnik,
- Radni list,
- Serija,
- Predmet,
- Plan materijala,
- Sastavnica,
- Mašina alat,
- Operacijski list,
- Zahvat,
- Radni nalog,
- Tehnološki ostupak,
- Tehnološko mesto radnik,
- Tehnološki postupak stavka,
- Opertacija,
- Tehnološka kvalifikacija,
- Parametar operacije,
- Tehnološko mesto,
- Evidencija režima rada,
- Parametar,
- Parametar operacija i
- Tehnološko mesto mašina.

Identifikacija veza plana proizvodnje. Definiše veze između entiteta, a treba i da omogući: povezivanje entiteta na osnovu odgovarajućih interesa, definisanje zavisnosti entiteta, definisanje značenja zavisnosti, izvođenje varijacija zavisnosti i izbor entiteta (roditelj) i entiteta (dete).

Entitet *Serija* je roditelj, a u vezi snjim je entitet *Radni list* kao dete.

Entitet *Predmet poslovanja* je roditelj, a u vezi s njim je entitet *Plan materijala*, *Mašina alat*, *Tehnološko mesto mašina*, *Evidencija režima rada*, *Parametar operacije*, *Radni nalog* i *Tehnološki postrupak* kao dete.

Entitet *Operacija* je roditelj, a u vezi s njim je entitet *Tehnološki postrupak stavka* i *Operacijski list* kao dete.

Entitet *Tehnološko mesto* je roditelj, a u vezi s njim je entitet *Tehnološko mesto mašina*, *Tehnološki postrupak stavka*, *Operacijski list*, *Zahvat*, *Tehnološko mesto radnik* kao dete.

Entitet *Radnik* je roditelj, a u vezi s njim je entitet *Radni list*, *Radni nalog*, *Tehnološki postupak*, *Evidencija režima rada*, *Tehnološko mesto radnik* kao dete.

Entitet *Parametar* je roditelj, a u vezi s njim je entitet *Parametar operacija* kao dete.

Definisanje ER modela plana proizvodnje. Postupak izvođenja ove aktivnosti sadrži:

- definisanje nezavisnih entiteta,
- definisanje zavisnih entiteta i
- definisanje veza.

Nezavisni entitet je objekat koji ima jednu osobinu koja ga može jednoznačno identifikovati i ne zavisi od drugih entiteta.

Kao nezavisni entiteti definisani su:

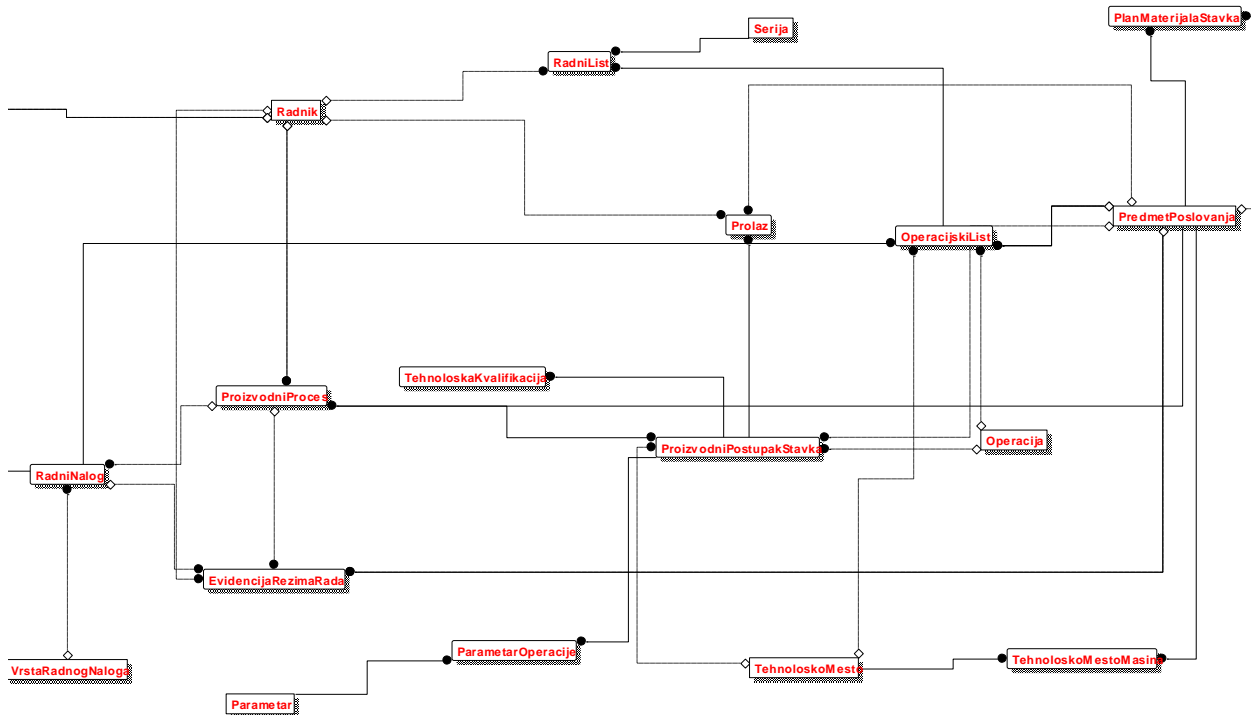
- Radnik
- Serija
- Predmet
- Operacija
- Tehnološko mesto
- Parametar

Zavisni entitet zavise od drugih entiteta i kao karakteristični zavisni entiteti definisani su:

- Radni nalog,
- Radni list,
- Plan materijala,
- Tehnološko mesto mašina,
- Tehnološki postupak,
- Operacijski list,
- Tehnološki postupak stavka,
- Tehnološko mesto radnik,
- Parametar operacije,
- Tehnološka kvalifikacija,
- Zahvat,

- Parametar operacija,
- Mašina alat i
- Evidencija režima rada.

Sve veze su identifikujuće, osim *Radnik- Radni nalog*, *Radnik- Evidencija režima rada*, *Radnik- Radni list*, *Radni nalog- Evidencija režima rada*, *Predmet- Evidencija režima rada*, *Tehnološko mesto- Tehnološki postupak stavka*, *Predmet- Operacijski list*, *Predmet- Zahvat*.



Slika 18. Definisane nezavisne i zavisne entitete i veza plana proizvodnje

4.2.2.3. Kreiranje atributa plana proizvodnje

Kreiranje atributa vrši se kroz izvođenje sledećih aktivnosti:

- definisanje liste kandidata za entitete,
- definisanje ključeva,
- postupak normalizacije i
- definisanje atributa.

Definisanje liste kandidata za attribute plana proizvodnje. Ulazna veličina je verifikovani ER model, dok je izlaz ER model sa atributima. Svaki od entiteta može imati

proizvoljan broj atributa, dok određeni atribut pripada samo jednom entitetu i predstavlja jednu određenu činjenicu.

Za nezavisni entitet *Radnik* definisani su sledeći atributi (sl. 19): *JMBG, Ime, Prezime, Kvalifikacija, Žig zavarivača, Proces zavarivanja, Vrsta spoja, Tip spoja, Grupa materijala, Položaj zavarivanja, Grupa potrošnog materijala, Područje odobrenja debljina, Područje odobrenja prečnika, IBR broj, IBR naziv i Datum važenja.*

Za nezavisni entitet *Seriya* definisani su sledeći atributi: *Seriya ID, Broj serije i Broj komada.*

Za nezavisni entitet *Operacija* definisani su sledeći atributi: *Operacija ID, Naziv operacije.*

Za nezavisni entitet *Tehnološko mesto* definisani su sledeći atributi: *Tehnološko mesto ID, Naziv, Šifra, Lokacija ID, Slika i Kapacitet radnika.*

Za nezavisni entitet *Parametar* definisani su sledeći atributi: *Parametar ID, Naziv parametra.*

Za zavisni entitet *Radni nalog* definisan je sledeći atribut: *Radni nalog ID, Predmet, Primerak broj, Proizvodni proces ID, Radni nalog vrsta ID, Planirani datum završetka, Planirana količina, Datum završetka, Ukupno izvršeno, Otvorio, Datum otvorio, Izmenio Datum izmenio, Datum strorniranja i Napomena.*

Za zavisni entitet *Radni list* definisan je sledeći atribut: *Radni List ID, Radni Nalog ID, Redni broj Operacija, Seriya ID, Smena ID, Datum, Efektivni sati, Vreme čekanja, Primitljena količina, Izrađena količina i Škart.*

Za zavisni entitet *Plan materijala stavka* definisan je sledeći atribut: *Materijal ID, Predmet poslovanjaID, Ostvarena količina.*

Za zavisni entitet *Tehnološko mesto mašina* definisan je sledeći atribut: *Mašina ID, Tehnološko mesto ID, Kapacitet mašine.*

Za zavisni entitet *Proizvodni proces* definisan je sledeći atribut: *Proizvodni proces ID, Predmet poslovanja ID, Broj postupka, Naziv postupka, Materijal, Standard, Broj crteža, Datum WPQR, IWE, WPS, Kontrolno telo.*

Za zavisni entitet *Operacijski list* definisan je sledeći atribut: *Redni broj Operacije, Radni nalog ID, OperacijaID, Zavareni spoj ID, Predmet poslovanja ID, Tehnološko mesto ID, Količina.*

Za zavisni entitet *Proizvodni proces stavka* definisan je sledeći atribut: *Redni broj operacije, Proizvodni proces ID, Predmet poslovanja ID, Operacija ID, Tehnolosko mesto ID, Vreme trajanja, Opis operacija, Debljina osnovnog materijala, Prečnik OM, Tip spoja, Položaj zavarivanja, Priprema žleba, Slika žleba, Slika spoja, tehnika zavarivanja i Čišćenje.*

Za zavisni entitet *Tehnološka kvalifikacija* definisan je sledeći atribut: *Kvalifikacija ID*, *Predmet poslovanja ID*, *Proizvodni procesID*, *Proizvodni proces Br*.

Za zavisni entitet *Parametar operacije* definisan je sledeći atribut: *ParametarID*, *Predmet poslovanja ID*, *Proizvodni proces ID*, *Redni broj operacije*, *Min*, *Max*, *Zahtevana vrednost*.

Za zavisni entitet *Evidencija režima rada* definisan je sledeći atribut: *Režim ID*, *Radni nalog ID*, *Crtež br*, *Komada*, *Proizvodni proces ID*, *Datum*, *Materijal ID* i *Predmet poslovanja*.

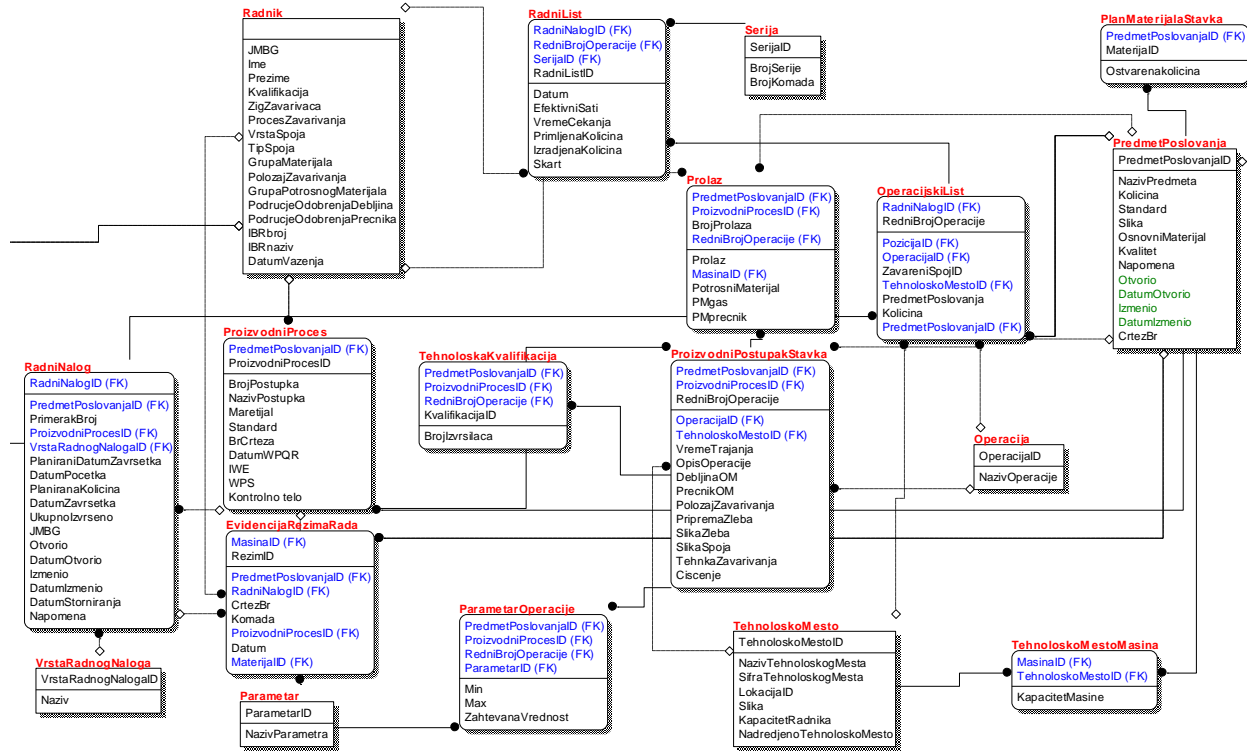
Definisanje ključeva plana proizvodnje. Primarni ključevi su definisani za svaki nezavisni entitet i to:

- Serija ID za entitet Serija,
- Predmet poslovanja ID za entitet Predmet poslovanja,
- Operacija ID za entitet Operacija,
- Tehnološko mesto ID za entitet Tehnološko mesto i
- JMBG za entitet Radnik,
- Parametar ID za entitet Parametar.

Preneseni ključevi se nalaze kod zavisnih entiteta:

- *Predmet poslovanjaID* (FK) i *Tehnološki postupak ID* (FK) kod entiteta *Radni nalog*,
- *Radni nalog ID* (FK), *Redni broj operacije* (FK), *Smena ID* i *Seriya ID* (FK) kod entiteta *Radni list*,
- *Predmet poslovanjaID* (FK) kod entiteta *Plan materijala stavka*,
- *Tehnološko mesto ID* (FK) i *Mašina ID* (FK) kod entiteta *Tehnološko mesto mašina*,
- *Predmet poslovanja ID* (FK) kod entiteta *Proizvodni proces*,
- *Radni nalog ID* (FK), *Tehnološko mesto ID* (FK), *Predmet poslovanja* i *Operacija ID* (FK) kod entiteta *Operacioni list*,
- *Predmet poslovanja ID* (FK), *Proizvodni proces ID* (FK), *Redni Broj Operacije* (FK) i kod entiteta *Parametar operacije*,
- *Predmet poslovanja ID* (FK), *Proizvodni proces ID* (FK) i *Redni broj operacije*(FK) kod entiteta *Tehnološka kvalifikacija*,
- *Predmet poslovanja ID* (FK), *Proizvodni proces ID* (FK) i *Redni broj operacije* (FK) kod entiteta *Prolaz*,
- *Predmet poslovanja ID* (FK), *Radni nalog ID* (FK) i *Proizvodni proces ID* (FK) kod entiteta *Evidencija režima rada*.

Globalni informacioni model za *plana proizvodnje* prikazan je na sl. 19 i na njemu se vide osnovni entiteti i njihove veze, kao i primarni i preneseni ključevi, koji predstavljaju osnovu za definisanje tabele buduće baze podataka.



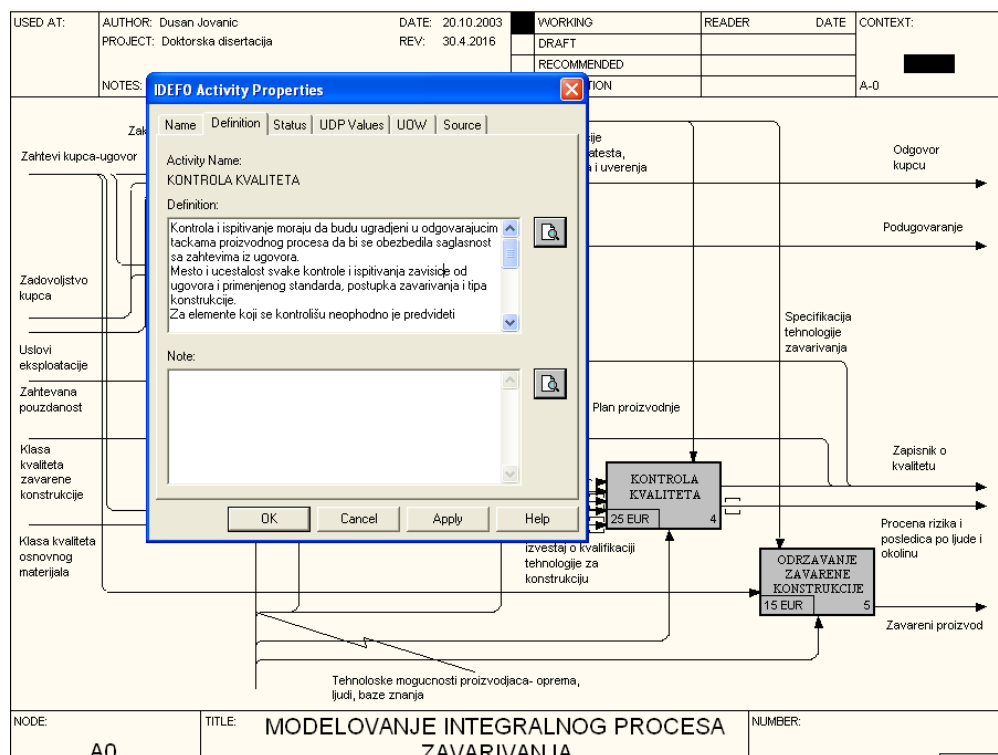
Slika 19. Globalni informacioni model plana proizvodnje

4.2.3. Informaciono modeliranje kontrole kvaliteta

Aktivnost informaciono modeliranje kontrole kvaliteta ostvaruje se CASE alatom ERWin, a za modeliranje kontrole kvaliteta se koristi standard IDEF1X.

4.2.3.1. Definisane detaljnih zahteva kontrole kvaliteta

Prva aktivnost u okviru informacionog modeliranja je definisanje detaljnih zahteva, u okviru koje je potrebno definisati: detaljno stablo aktivnosti i dekompozicioni dijagram prikazan na sl. 20 sa tekstualnim opisom aktivnosti kontrole kvaliteta.



Slika 20. Tekstualni opis aktivnosti kontrole kvaliteta

4.2.3.2. Kreiranje ER modela kontrole kvaliteta

Kreiranje ER dijagrama obuhvata sledeće aktivnosti:

- Identifikacija kandidata za entitete,
- Identifikacija veza,
- Definisane ER modela i

- Verifikacija ER dijagrama.

Identifikacija kandidata za entitete kontrole kvaliteta. Kao kandidati za entitete aktivnosti kontrole kvaliteta izdvojeni su (sl. 21):

- Tehnološko mesto,
- Razlog ispitivanja,
- Vrsta ispitivanja,
- Karakteristika,
- Uzorak,
- Izveštaj o verifikaciji,
- Rezultat verifikacije,
- Zahtev za ispitivanje,
- Zahte za ispitivanje metoda,
- Zahtev uzorka za ispitivanje,
- Laboratorijski izveštaj,
- Vrednost karakteristike,
- Rezultat ispitivanja,
- Jedinica uzorka,
- Izveštaj o prispeću uzorka i
- Jedinica mere

Identifikacija veza kontrole kvaliteta. Definiše veze između entiteta (sl. 21), a treba i da omogući: povezivanje entiteta na osnovu odgovarajućih interesa, definisanje zavisnosti entiteta, definisanje značenja zavisnosti, izvođenje varijacija zavisnosti i izbor entiteta (roditelj) i entiteta (dete).

Entitet *Tehnološko mesto* je roditelj, a u vezi snjim je entitet *Uzorak i Plan provere stavka* kao dete.

Entitet *Predmet provere* je roditelj, a u vezi snjim je entitet *Plan provere stavka i Uzorak* kao dete.

Entitet *Razlog ispitivanja* je roditelj, a u vezi snjim je entitet *Izveštaj o verifikaciji i zahtev za ispitivanje* kao dete.

Entitet *Jedinica mere* je roditelj, a u vezi snjim je entitet *Vrednost karakteristika i Predmet poslovanja* kao dete.

Entitet *Vrsta ispitivanja* je roditelj, a u vezi snjim je entitet *Zahtev za ispitivanje* kao dete.

Entitet *Karakteristika* je roditelj, a u vezi snjim je entitet *Zahtev uzorka za ispitivanje*, *Vrednost karakteristika* i *Rezultat ispitivanja* kao dete.

Definisanje ER modela kontrole kvaliteta. Postupak izvođenja ove aktivnosti sadrži (sl. 21):

- definisanje nezavisnih entiteta,
- definisanje zavisnih entiteta i
- definisanje veza.

Nezavisni entitet je objekat koji ima jednu osobinu koja ga može jednoznačno identifikovati i ne zavisi od drugih entiteta.

Kao nezavisni entiteti definisani su:

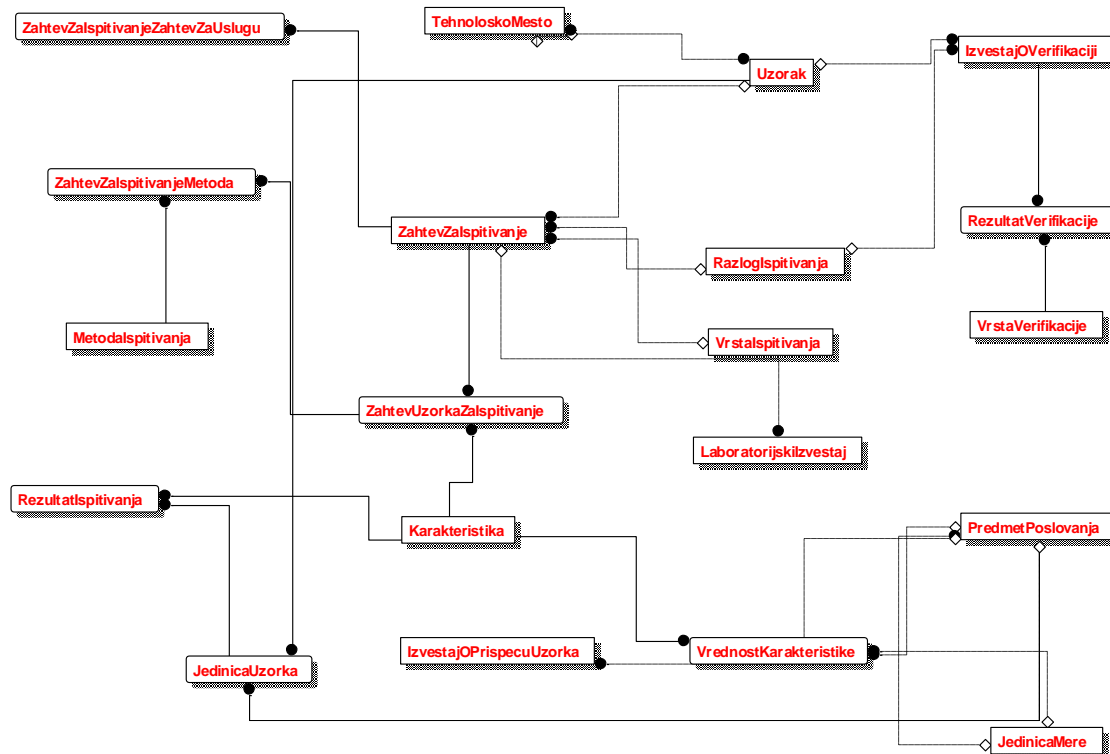
- Tehnološko mesto,
- Razlog ispitivanja,
- Vrsta ispitivanja,
- Jedinica mere i
- Karakteristika.

Zavisni entitet zavise od drugih entiteta i kao karakteristični zavisni entiteti definisani su:

- Uzorak,
- Izveštaj o verifikaciji,
- Rezultat verifikacije,
- Zahtev za ispitivanje,
- Zahte za ispitivanje metoda,
- Zahtev uzorka za ispitivanje,
- Laboratorijski izveštaj,
- Vrednost karakteristike,
- Rezultat ispitivanja,
- Jedinica uzorka i
- Izveštaj o prispeću uzorka.

Sve veze su identifikujuće, osim *Tehnološko mesto- Plan provere stavka*, *Tehnološko mesto- Uzorak*, *Uzorak- Izveštaj o verifikaciji*, *Razlog ispitivanja- Izveštaj o verifikaciji*, *Uzorak-*

Zahtev za ispitivanje, Zahtev za ispitivanje- Vrsta ispitivanja, Zahtev za ispitivanje-
Laboratorijski izveštaj.



Slika 21. Definisane nezavisne i zavisne entitete i veza kontrole kvaliteta

4.2.3.3. Kreiranje atributa kontrole kvaliteta

Kreiranje atributa vrši se kroz izvođenje sledećih aktivnosti:

- definisanje liste kandidata za entitete,
- definisanje ključeva,
- postupak normalizacije i
- definisanje atributa.

Definisanje liste kandidata za attribute kontrole kvaliteta. Ulazna veličina je verifikovani ER model, dok je izlaz ER model sa atributima. Svaki od entiteta može imati proizvoljan broj atributa, dok određeni atribut pripada samo jednom entitetu i predstavlja jednu određenu činjenicu.

Za nezavisni entitet *Tehnološko Mesto* definisani su sledeći atributi (sl. 22): *Tehnološko mesto ID*, *Naziv tehnološkog mesta*, *Šifra tehnološkog mesta*, *Slika*, *Kapacitet radnika* i *Nadređeno tehnološko mesto*.

Za nezavisni entitet *Razlog ispitivanja* definisani su sledeći atributi: *Razlog ispitivanja ID*, *Naziv razloga ispitivanja*.

Za nezavisni entitet *Vrsta ispitivanja* definisani su sledeći atributi: *Vrsta ispitivanja ID*, *Naziv vrste ispitivanja*.

Za nezavisni entitet *Karakteristika* definisani su sledeći atributi: *Karakteristika ID*, *Naziv karakteristike*, *Šifra*.

Za nezavisni entitet *Jedinica mere* definisani su sledeći atributi: *Jedinica mere ID*, *Naziv jedinice mere*, *Oznaka*.

Za zavisni entitet *Uzorak* definisan je sledeći atribut: *Uzorak ID*, *Tehnološko mesto ID*, *Naziv uzorka*, *Materijal*, *Količina preuzetih*, *Količina vraćenih*, *Vreme uzorkovanja*, *Mesto ispitivanja*, *Obim ispitivanja*, *Tip spoja*, *Standard*, *Izmerio*, *Datum merenja*.

Za zavisni entitet *Izveštaj o verifikaciji* definisan je sledeći atribut: *Izveštaj o verifikaciji ID*, *Broj izveštaja*, *Uzorak ID*, *Razlog ispitivanja ID*, *Broj greške*, *Položaj greške*, *Nivo*, *Prohvatljivo i Prilozi*.

Za zavisni entitet *Rezultat verifikacije* definisan je sledeći atribut: *Izveštaj o verifikaciji ID*, *Vrsta verifikacije ID*.

Za zavisni entitet *Zahtev za ispitivanje* definisan je sledeći atribut: *Zahtev za ispitivanjeID*, *Uzorak ID*, *Vrsta ispitivanja ID*, *Broj zahteva*, *Datum*, *Broj uzorka*, *Razlog ispitivanjaID*, *Napomena*, *Datum prijema*.

Za zavisni entitet *Zahte za ispitivanje metoda* definisan je sledeći atribut: *Karakteristika ID*, *Metoda ispitivanja ID*, *Zahtev za ispitivanje ID*.

Za zavisni entitet *Zahtev uzorka za ispitivanje* definisan je sledeći atribut: *Zahtev za ispitivanjeID*, *Karakteristika ID*.

Za zavisni entitet *Laboratorijski izveštaj* definisan je sledeći atribut: *Laboratorijski izveštajID*, *Zahtev za ispitivanje*, *Broj*, *Zaključak*, *Datum ispitivanja*.

Za zavisni entitet *Vrednost karakteristike* definisan je sledeći atribut: *Predmet poslovanja ID*, *Karakteristika ID*, *Vrsta pregleda ID*, *Opis*, *Min*, *Max*, *Zadata vrednost*, *Jedinica mere ID*, *Nivo*, *Prihvatljivo*.

Za zavisni entitet *Rezultat ispitivanja* definisan je sledeći atribut: *Redni broj uzorka ID*, *Karakteristika ID*, *Uzorak ID*, *Izmereno*.

Za zavisni entitet *Jedinica uzorka* definisan je sledeći atribut: *Redni broj uzorka*, *Uzorak ID*, *Predmet poslovanja ID*.

Za zavisni entitet *Izveštaj o prispeću uzorka* definisan je sledeći atribut: *Izveštaj o prispeću uzorka ID*, *Broj*, *Datum*, *Predmet poslovanja ID*, *Materijal i Veza sa dokumentom*.

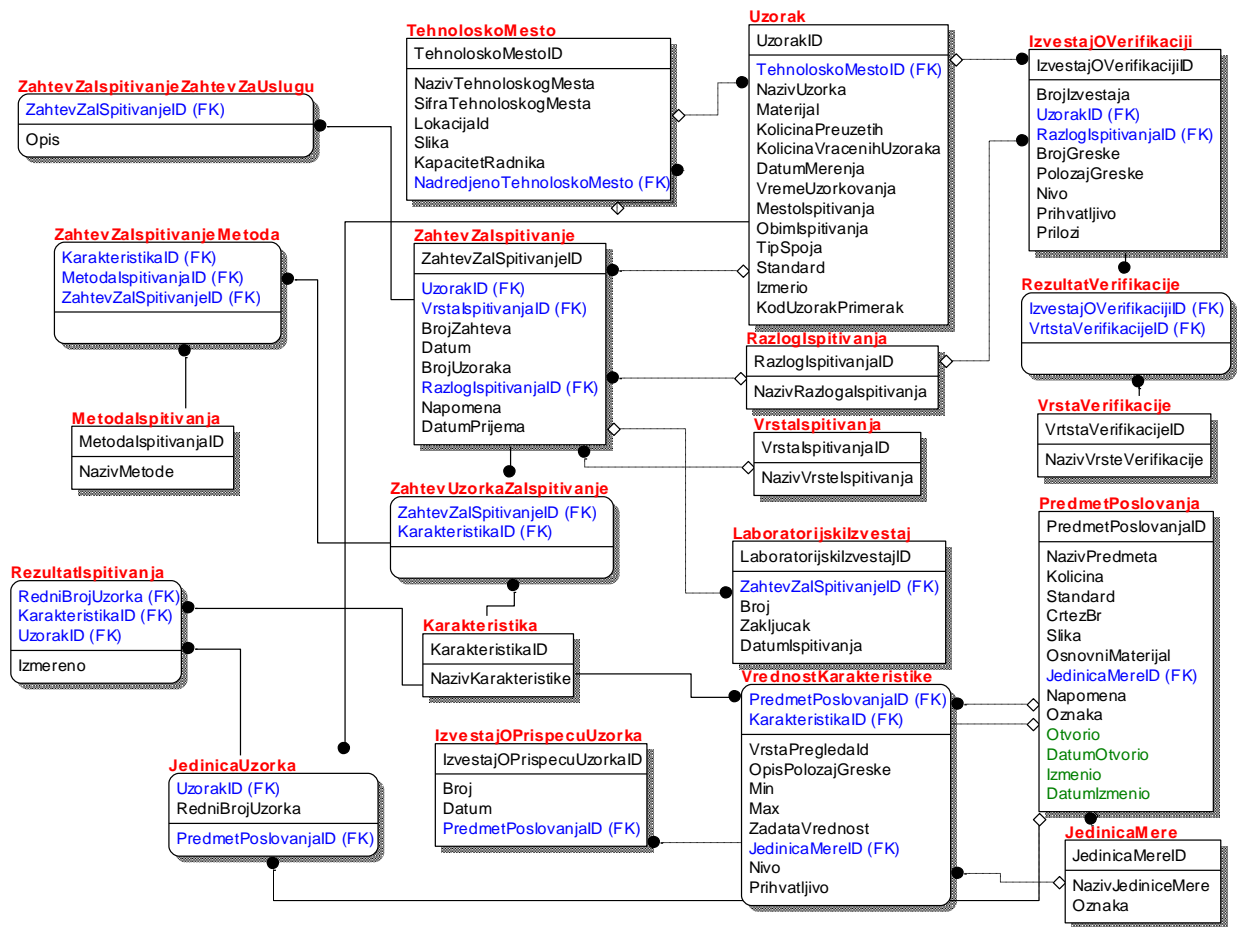
Definisanje ključeva kontrole kvaliteta. Primarni ključevi su definisani za svaki nezavisni entitet i to:

- *Tehnološko mesto ID* za entitet *Tehnološko mesto*,
- *Razlog ispitivanja ID* za entitet *Razlog ispitivanja*,
- *Vrsta ispitivanja ID* za entitet *Vrsta ispitivanja*,
- *Karakteristika ID* za entitet *Karakteristika*,
- *Jedinica mere ID* za entitet *Jedinica mere* i
- *Vrsta pregleda ID* za entitet *Vrsta pregleda*.

Preneseni ključevi se nalaze kod zavisnih entiteta:

- *Tehnološko mesto ID* (FK) kod entiteta *Uzorak*,
- *Uzorak ID* (FK) i *Razlog ispitivanja ID* (FK) kod entiteta *Izveštaj o verifikaciji*,
- *Izveštaj o verifikaciji ID* (FK) i *Vrsta verifikacije ID* (FK) kod entiteta *Rezultat verifikacije*,
- *Uzorak ID* (FK), *Vrsta ispitivanja ID* i *Razlog ispitivanja ID* kod entiteta *Zahtev za ispitivanje*,
- *Karakteristika ID* (FK) i *Metoda ispitivanja ID* (FK) i *Zahtev za ispitivanje ID* (FK) kod entiteta *Zahtev za ispitivanje metoda*,
- *Zahtev za ispitivanje ID* (FK) i *Karakteristika ID* (FK) kod entiteta *Zahtev uzorka za ispitivanje*,
- *Zahtev za ispitivanje ID* (FK) kod entiteta *Laboratorijski izveštaj*,
- *Karakteristika ID* (FK), i *Predmet poslovanja ID* (FK) kod entiteta *Vrednost karakteristike*,
- *Redni broj uzorka* (FK), *Karakteristika ID* (FK) i *Uzorak ID* (FK) kod entiteta *Rezultat ispitivanja*,
- *Uzorak ID* (FK) i *Predmet poslovanja ID* (FK) kod entiteta *Jedinica uzorka* i
- *Predmet poslovanja ID* (FK) kod entiteta *Izveštaj o prispeću uzorka*.

Globalni informacioni model *kontrole kvaliteta* prikazan je na sl. 22 i na njemu se vide osnovni entiteti i njihove veze, kao i primarni i preneseni ključevi, koji predstavljaju osnovu za definisanje tabele buduće baze podataka.



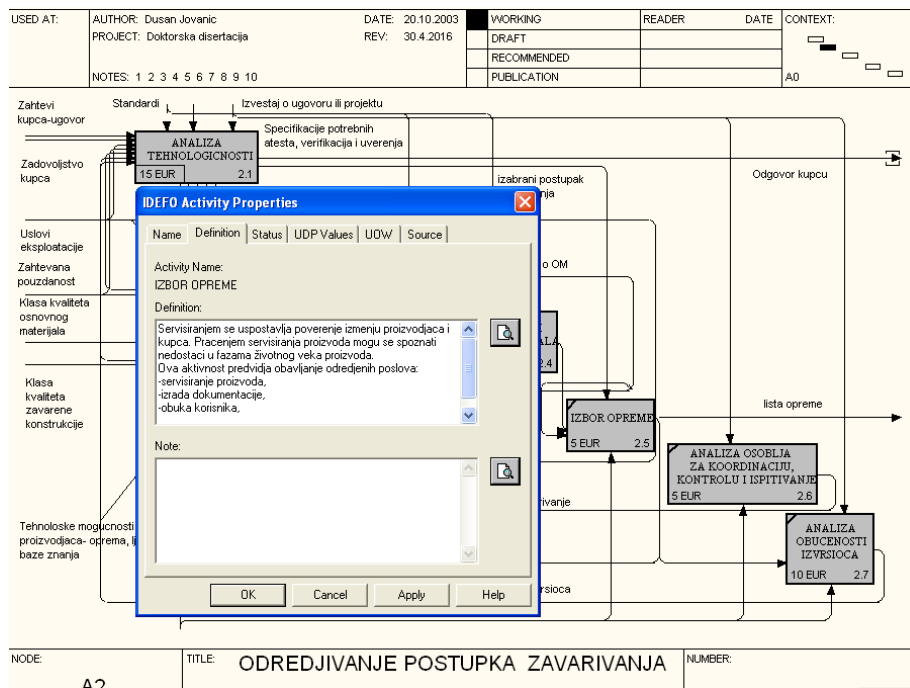
Slika 22. Globalni informacijski model kontrole kvaliteta

4.2.4. Informaciono modeliranje održavanja opreme

Aktivnost informaciono modeliranje održavanje opreme ostvaruje se CASE alatom ERWin, a za modeliranje održavanja opreme se koristi standard IDEF1X.

4.2.4.1. Definisane detaljnih zahteva održavanja opreme

Prva aktivnost u okviru informacionog modeliranja je definisanje detaljnih zahteva, u okviru koje je potrebno definisati: detaljno stablo aktivnosti i dekompozicioni dijagram prikazan na sl. 23 sa tekstualnim opisom aktivnosti održavanja opreme.



Slika 23. Tekstualni opis aktivnosti održavanja opreme

4.2.4.2. Kreiranje ER modela održavanja opreme

Kreiranje ER dijagrama obuhvata sledeće aktivnosti:

- Identifikacija kandidata za entitete,
- Identifikacija veza,
- Definisane ER modela i
- Verifikacija ER dijagrama.

Identifikacija kandidata za entitete održavanja opreme. Kao kandidati za entitete održavanja opreme izdvojeni su (sl. 24):

- Primerak,
- Radnik,
- Plan provere,
- Plan provere stavka,
- Termin plan provere stavka,
- Predmet provere,
- Potvrđivanje,
- Vrsta intervencije,
- Karton intervencije,
- Ugrađen deo,
- Defektacioni list,
- Defektacioni list stavka,
- Izveštaj pregleda stavka,
- Izveštaj pregleda,
- Potreban deo,
- Mera za rešavanje,
- Plan održavanja i
- Vrsta pregleda.

Identifikacija veza održavanja opreme. Definiše veze između entiteta (sl. 24), a treba i da omogući: povezivanje entiteta na osnovu odgovarajućih interesa, definisanje zavisnosti entiteta, definisanje značenja zavisnosti, izvođenje varijacija zavisnosti i izbor entiteta (roditelj) i entiteta (dete).

Entitet *Radnik* je roditelj, a u vezi snjim je entitet *Plan provere stavka*, *Termin plan provere stavka*, *Potvrđivanje* i *Izveštaj pregleda stavka* kao dete.

Entitet *Primerak* je roditelj, a u vezi snjim je entitet *Plan održavanja*, *Karton intervencije* i *Defektacioni list* kao dete.

Entitet *Predmet provere* je roditelj, a u vezi snjim je entitet *Termin plan provere stavka* kao dete.

Entitet *Vrsta intervencije* je roditelj, a u vezi snjim je entitet *Karton intervencije* kao dete.

Entitet *Vrsta pregleda* je roditelj, a u vezi snjim je *Izveštaj pregleda* entitet kao dete.

Definisanje ER modela održavanja opreme. Postupak izvođenja ove aktivnosti sadrži (sl.46):

- definisanje nezavisnih entiteta,
- definisanje zavisnih entiteta i
- definisanje veza.

Nezavisni entitet je objekat koji ima jednu osobinu koja ga može jednoznačno identifikovati i ne zavisi od drugih entiteta.

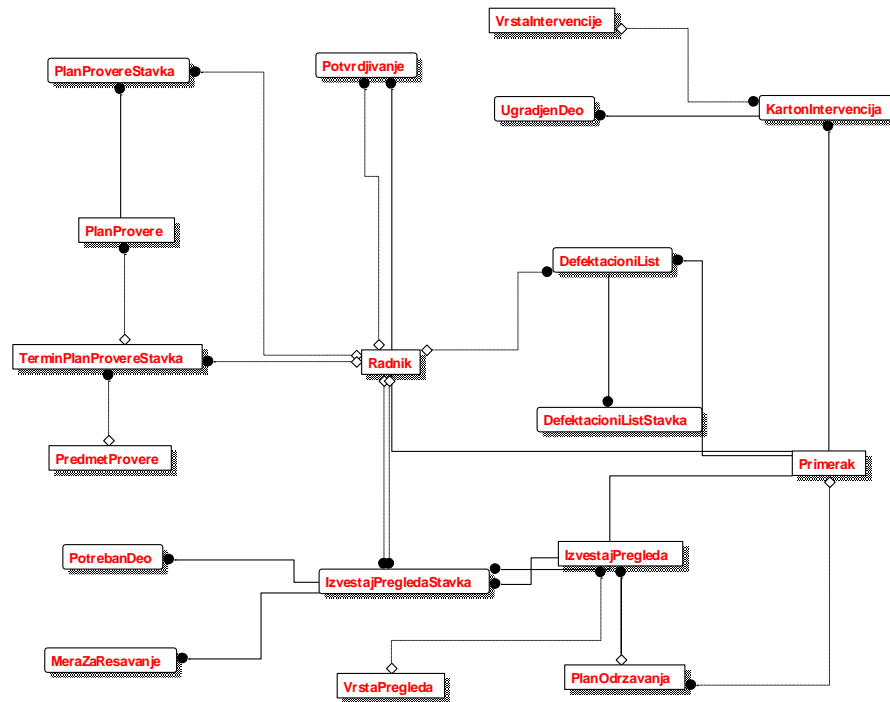
Kao nezavisni entiteti definisani su:

- Primerak,
- Radnik,
- Predmet provere,
- Vrsta intervencije i
- Vrsta pregleda.

Zavisni entitet zavise od drugih entiteta i kao karakteristični zavisni entiteti definisani su:

- Plan provere stavka,
- Potvrđivanje,
- Ugrađen deo,
- Karton intervencije,
- Plan provere,
- Termin plan provere stavka,
- Potreban deo,
- Mera za rešavanje,
- Izveštaj pregleda,
- Plan održavanja,
- Defektacioni list i
- Defektacioni list stavka.

Sve veze su identifikujuće, osim veze *Radnik- Plan provere stavka*, *Radnik-Termin plan provere stavka* i *Vrst pregleda- Izveštaj pregleda*.



Slika 24. Definisane nezavisne i zavisne entitete i veza održavanja opreme

4.2.4.3. Kreiranje atributa održavanja opreme

Kreiranje atributa vrši se kroz izvođenje sledećih aktivnosti:

- definisanje liste kandidata za entitete,
- definisanje ključeva,
- postupak normalizacije i
- definisanje atributa.

Definisanje liste kandidata za attribute održavanja opreme. Ulazna veličina je verifikovani ER model, dok je izlaz ER model sa atributima. Svaki od entiteta može imati proizvoljan broj atributa, dok određeni atribut pripada samo jednom entitetu i predstavlja jednu određenu činjenicu.

Za nezavisni entitet *Primerak* definisani su sledeći atributi (sl. 25): *Primerak broj*, *Proizvođač*, *Tip*, *Fabrički broj*, *Godina proizvodnje*, *Broj računa*, *Datum nabavke*, *Garantni rok*, *Datum isteka garantnog roka*, *Datum poslednjeg kontrolisanja*, *Period potvrđivanja*, *Vrsta primerka*, *Napomena*, *Otvorio*, *Datum otvorio*, *Izmenio*, *Datum izmenio*, *Intermitencija*, *Napon praznog hoda*, *Priključni napon*, *Prečnik žice*, *Efikasnost* i *Slika*.

Za nezavisni entitet *Predmet provere* definisani su sledeći atributi: *Predmet provereID*, *Naziv predmeta provere*.

Za nezavisni entitet *Vrsta intervencije* definisani su sledeći atributi: *Vrsta intervencije ID*, *Naziv vrste intervencije*.

Za nezavisni entitet *Vrsta pregleda* definisani su sledeći atributi: *Vrsta pregleda ID*, *Vrsta pregleda naziv*.

Za zavisni entitet *Plan provere stavka* definisan je sledeći atribut: *Plan provere ID*, *Vreme izvođenja*, *Napomena*, *jmbg*, *Kod ostvaren*.

Za zavisni entitet *Potvrđivanje* definisan je sledeći atribut: *Primerak broj*, *Datum potvrđivanja*, *Vazi do*, *Broj uverenja*, *Datum popravke*, *jmbg*, *Opis popravke*.

Za zavisni entitet *Ugrađen deo* definisan je sledeći atribut: *Primerak broj*, *Količina*.

Za zavisni entitet *Karton intervencije* definisan je sledeći atribut: *Redni broj*, *Primerak broj*, *Vrsta intervencije ID*, *Datum*, *Čas*, *Vreme nastalog zastoja*, *Vreme zastoja*, *Kontrola*, *Popravka*, *Zamena*, *Opis intervencije*.

Za zavisni entitet *Plan provere* definisan je sledeći atribut: *Plan provere ID*, *Redni broj termin plana*, *Datum provere*, *Planirano vreme početka*, *Planirano vreme završetka*.

Za zavisni entitet *Termin plan provere stavka* definisan je sledeći atribut: *Redni broj termin plana*, *Predmet provere ID*.

Za zavisni entitet *Potreban deo* definisan je sledeći atribut: *Izveštaj pregleda ID*, *Primerak broj*, *Količina*.

Za zavisni entitet *Mera za rešavanje* definisan je sledeći atribut: *Redni broj mera ID*, *Izveštaj pregleda ID*, *Primerak broj*, *Mera naziv*.

Za zavisni entitet *Izveštaj pregleda* definisan je sledeći atribut: *Izveštaj pregleda ID*, *Vrsta pregleda ID*, *Broj pregleda*, *Datum pregleda*.

Za zavisni entitet *Plan održavanja* definisan je sledeći atribut: *Plan ID*, *Primerak broj*.

Za zavisni entitet *Defektacioni list* definisan je sledeći atribut: *Primerak broj*, *Datum*.

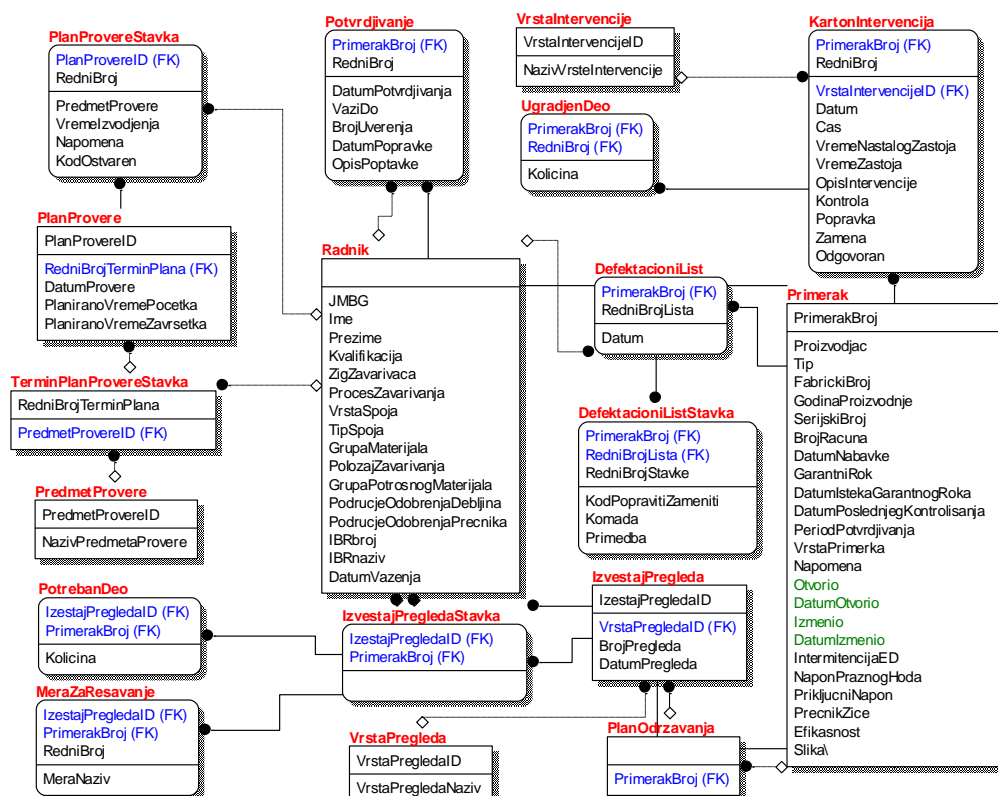
Za zavisni entitet *Defektacioni list stavka* definisan je sledeći atribut: *Redni broj stavke*, *Primerak broj*, *Kod popraviti zameniti*, *Komada*, *Primedba*.

Definisanje ključeva održavanja opreme. Primarni ključevi su definisani za svaki nezavisni entitet i to:

- *Primerak broj* za entitet *Primerak*,
- *Predmet provere ID* za entitet *Predmet provere*,
- *Vrsta intervencije ID* za entitet *Vrsta intervencije*,

- Vrsta pregleda ID za entitet Vrsta pregleda.
- Preneseni ključevi se nalaze kod zavisnih entiteta:
 - Plan provere (FK) kod entiteta Plan provere stavka,
 - Primerak broj (FK) kod entiteta Potvrđivanje,
 - Primerak broj (FK) i Redni broj (FK) kod entiteta Ugrađen deo,
 - Primerak broj (FK) i Vrsta intervencije (FK) kod entiteta Karton intervencije,
 - Redni broj termin plana (FK) kod entiteta Plan provere,
 - Predmet provere (FK) kod entiteta Termin plan provere stavka,
 - Primerak broj (FK) i Izveštaj pregleda ID (FK) kod entiteta Potreban deo,
 - Izveštaj pregleda ID (FK) i Primerak broj (FK) kod entiteta Mera za rešavanje,
 - Vrsta pregleda (FK) kod entiteta Izveštaj pregleda,
 - Primerak broj (FK) kod entiteta Plan održavanja,
 - Primerak broj (FK) kod entiteta Defektacioni list i
 - Primerak broj (FK) i Redni broj lista (FK) kod entiteta Defektacioni list stavka.

Globalni informacioni model održavanja opreme prikazan je na sl. 25 i na njemu se vide osnovni entiteti i njihove veze, kao i primarni i preneseni ključevi, koji predstavljaju osnovu za definisanje table buduće baze podataka.



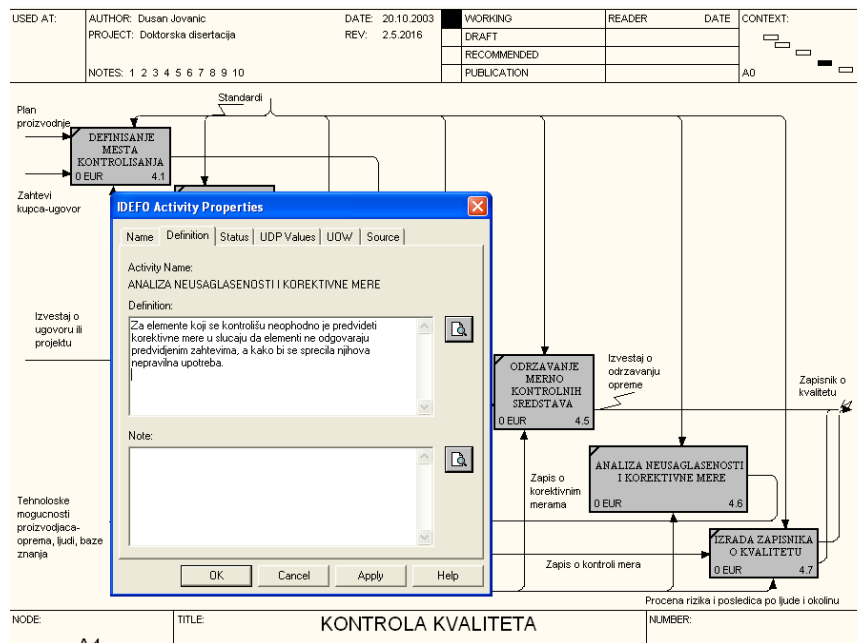
Slika 25. Globalni informacioni model održavanja opreme

4.2.5. Informaciono modeliranje neusaglašenosti i korektivnih mera

Aktivnost informaciono modeliranje neusaglašenosti i korektivnih mera ostvaruje se CASE alatom ERWin, a za modeliranje neusaglašenosti i korektivnih mera se koristi standard IDEF1X.

4.2.5.1. Definisane detaljnih zahteva neusaglašenosti i korektivnih mera

Prva aktivnost u okviru informacionog modeliranja je definisanje detaljnih zahteva, u okviru koje je potrebno definisati: detaljno stablo aktivnosti i dekompozicioni dijagram prikazan na sl. 26 sa tekstualnim opisom aktivnosti neusaglašenost i korektivne mere.



Slika 26. Tekstualni opis aktivnosti neusaglašenosti i korektivnih mera

4.2.5.2. Kreiranje ER modela neusaglašenosti i korektivnih mera

Kreiranje ER dijagrama obuhvata sledeće aktivnosti:

- Identifikacija kandidata za entitete,
- Identifikacija veza,
- Definisane ER modela i
- Verifikacija ER dijagrama.

Identifikacija kandidata za entitete neusaglašenosti i korektivnih mera. Kao kandidati za entitete aktivnosti izrada zapisa o neusaglašenosti i korektivnim merama izdvojeni su (sl. 27):

- Prijava neusaglašenosti,
- Zahtev standarda,
- Kategorija neusaglašenosti,
- Tehnološko mesto,
- Partner,
- Odluka o rešenju neusaglašenosti,
- Odluka odbora za kvalitet,
- Neusaglašenost preventivne mere,
- Preventivne mere,
- Neusaglašenost korektivne mere i
- Korektivne mere.

Identifikacija veza neusaglašenosti i korektivnih mera. Definiše veze između entiteta (sl. 27), a treba i da omogući: povezivanje entiteta na osnovu odgovarajućih interesa, definisanje zavisnosti entiteta, definisanje značenja zavisnosti, izvođenje varijacija zavisnosti i izbor entiteta (roditelj) i entiteta (dete).

Entitet *Prijava neusaglašenosti* je roditelj, a u vezi s njim je entitet *Odluka o rešenju neusaglašenosti* kao dete.

Entitet *Odluka odbora za kvalitet* je roditelj, a u vezi s njim je entitet *Odluka o rešenju neusaglašenosti* kao dete.

Entitet *Preventivna mera* je roditelj, a u vezi s njim je entitet *Neusaglašenost preventivna mera* kao dete.

Entitet *Korektivna mera* je roditelj, a u vezi s njim je entitet *Neusaglašenost korektivna mera* kao dete.

Definisanje ER modela neusaglašenosti i korektivnih mera. Postupak izvođenja ove aktivnosti sadrži (sl. 27):

- definisanje nezavisnih entiteta,
- definisanje zavisnih entiteta i
- definisanje veza.

Nezavisni entitet je objekat koji ima jednu osobinu koja ga može jednoznačno identifikovati i ne zavisi od drugih entiteta.

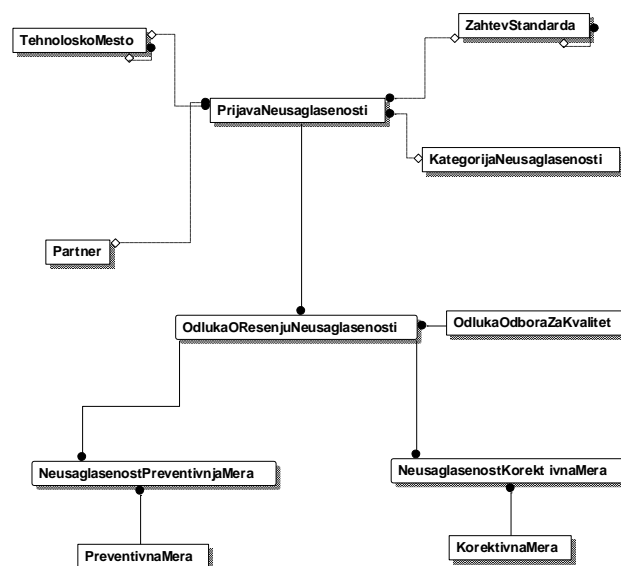
Kao nezavisni entiteti definisani su:

- Zahtev standarda,
- Kategorija neusaglašenosti,
- Tehnološko mesto,
- Partner,
- Odluka odbora za kvalitet,
- Preventivne mere,
- Korektivne mere.

Zavisni entitet zavise od drugih entiteta i kao karakteristični zavisni entiteti definisani su:

- Prijava neusaglašenosti,
- Odluka o rešenju neusaglašenosti,
- Neusaglašenost preventivne mere i
- Neusaglašenost korektivne mere.

Sve veze su identifikujuće, osim veze *Tehnološko mesto- Prijava neusaglašenosti*, *Zahtev standarda- Prijava neusaglašenosti* i *Partner- Prijava neusaglašenosti* i *Kategorija neusaglašenosti- Prijava neusaglašenosti*.



Slika 27. Definisane nezavisne i zavisne entitete i veze neusaglašenosti i korektivnih mera

4.2.5.3. Kreiranje atributa neusaglašenosti i korektivnih mera

Kreiranje atributa vrši se kroz izvođenje sledećih aktivnosti:

- definisanje liste kandidata za entitete,

- definisanje ključeva,
- postupak normalizacije i
- definisanje atributa.

Definisanje liste kandidata za attribute neusaglašenosti i korektivnih mera. Ulazna veličina je verifikovani ER model, dok je izlaz ER model sa atributima. Svaki od entiteta može imati proizvoljan broj atributa, dok određeni atribut pripada samo jednom entitetu i predstavlja jednu određenu činjenicu.

Za nezavisni entitet *Zahtev standarda* definisani su sledeći atributi: *Zahtev standarda ID*, *Broj zahteva standarda*, *Standard*, *Nadređeni zahtev*.

Za nezavisni entitet *Odluka odbora za kvalitet* definisani su sledeći atributi: *Odluka odbora za kvalitet ID*, *Sednica odbora za kvalitet*.

Za nezavisni entitet *Preventivne mere* definisani su sledeći atributi: *Preventivna mera ID*, *Naziv preventivne mere*.

Za nezavisni entitet *Korektivne mere* definisani su sledeći atributi: *Korektivna mera ID*, *Naziv korektivne mere*.

Za zavisni entitet *Prijava neusaglašenosti* definisani su sledeći atributi: *Prijava Neusaglašenosti ID*, *Partner ID*, *Ocenjivanje ID*, *Broj prijave*, *Tehnološko mesto ID*, *Zahtev standarda ID*, *Datum prijave*, *Neusaglašenost*, *Radni predmet ID*, *Primerak broj*, *Dokument ID*, *Kategorija neusaglašenosti ID*, *Prijavio*, *Izradio*, *Mera za sprečavanje*, *Prihvatio neusaglašenost*, *Odgovoran*, *Količina*.

Za zavisni entitet *Odluka o rešenju neusaglašenosti* definisani su sledeći atributi: *Prijava neusaglašenosti ID*, *Odluka odbora za kvalitet ID*, *Angažovani resursi*, *Rok*, *Obavestiti naručioca*.

Za zavisni entitet *Neusaglašenost preventivne mere* definisani su sledeći atributi: *Prijava neusaglašenosti ID*, *Odluka odbora za kvalitet ID*, *Preventivna mera ID*.

Za zavisni entitet *Neusaglašenost korektivne mere* definisani su sledeći atributi: *Prijava neusaglašenosti ID*, *Odluka odbora za kvalitet ID*, *Korektivna mera ID*.

Definisanje ključeva neusaglašenosti i korektivnih mera. Primarni ključevi su definisani za svaki nezavisni entitet i to:

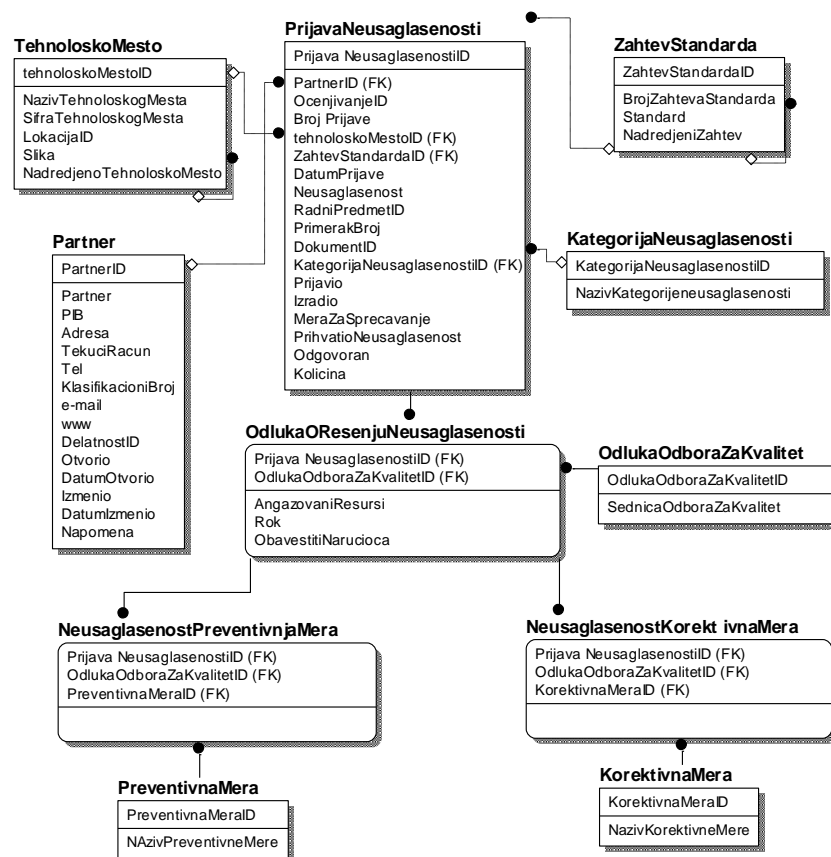
- *Prijava neusaglašenosti ID* za entitet *Prijava neusaglašenosti*,
- *Partner ID* za entitet *Partner*,
- *Zahtev standard ID* za entitet *Zahtev standarda* i
- *Tehnološko mesto ID* za *Tehnološko mesto*,

- Odluka odbora za kvalitet ID za entitet Odluka odbora za kvalitet,
- Preventivne mere ID za entitet Preventivne mere i
- Korektivne mere ID za entitet Korektivne mere.

Preneseni ključevi se nalaze kod zavisnih entiteta:

- Prijava neusaglašenosti ID (FK) i Odluka odbora za kvalitet ID (FK) kod entiteta Odluka o rešenju neusaglašenosti,
- Prijava neusaglašenosti ID (FK), Odluka odbora za kvalitet ID (FK) i Preventivne mere ID (FK) kod entiteta Neusaglašenost preventivne mere i
- Prijava neusaglašenosti ID (FK), Odluka odbora za kvalitet ID (FK) i Korektivne mere ID (FK) kod entiteta Neusaglašenost korektivne mere.

Globalni informacioni model za izradu zapisa o neusaglašenosti i korektivnim merama prikazan je na sl. 28 i na njemu se vide osnovni entiteti i njihove veze, kao i primarni i preneseni ključevi, koji predstavljaju osnovu za definisanje tabele buduće baze podataka.



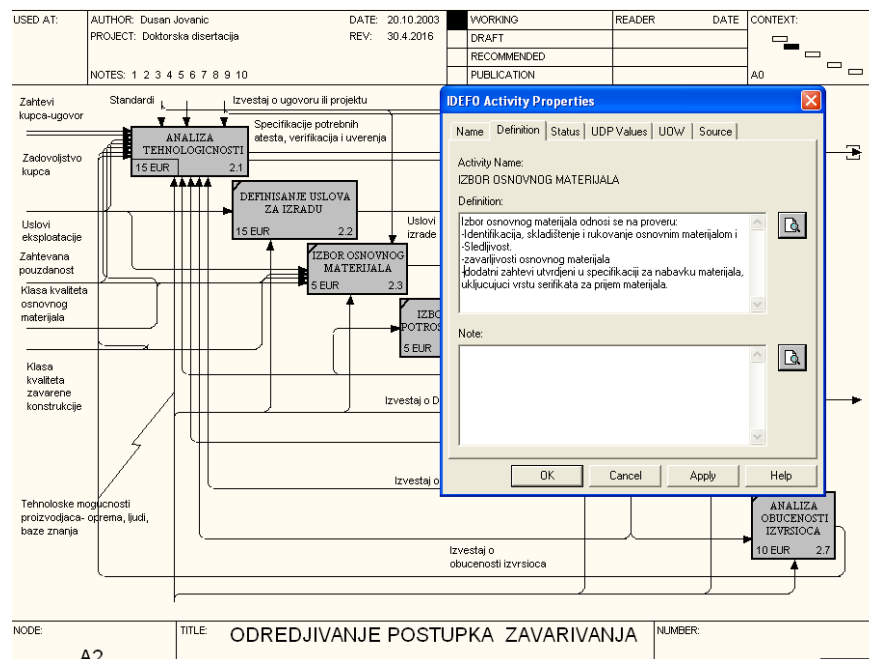
Slika 28. Globalni informacioni model neusaglašenosti i korektivnih mera

4.2.6. Informaciono modeliranje identifikacija i sledljivost

Aktivnost informaciono modeliranje identifikacije i sledljivosti ostvaruje se CASE alatom ERWin, a za modeliranje identifikacije i sledljivosti se koristi standard IDEF1X.

4.2.6.1. Definisane detaljnih zahteva identifikacije i sledljivosti

Prva aktivnost u okviru informacionog modeliranja je definisanje detaljnih zahteva, u okviru koje je potrebno definisati: detaljno stablo aktivnosti i dekompozicioni dijagram prikazan na sl. 29 sa tekstualnim opisom aktivnosti identifikacije i sledljivosti.



Slika 29. Tekstualni opis aktivnosti identifikacije i sledljivosti

4.2.6.2. Kreiranje ER modela identifikacije i sledljivosti

Kreiranje ER dijagrama obuhvata sledeće aktivnosti:

- Identifikacija kandidata za entitete,
- Identifikacija veza,
- Definisane ER modela i
- Verifikacija ER dijagrama.

Identifikacija kandidata za entitete identifikacije i sledljivosti. Kao kandidati za entitete identifikacije i sledljivosti izdvojeni su (sl. 30):

- Smena
- Serija
- Predmet poslovanja,
- Nalepnica dokument,
- Radni list
- Nalepnica proizvoda,
- Radnik,
- Radni nalog.

Identifikacija veza identifikacije i sledljivosti. Sve veze su identifikujuće, osim veze *Radni list- Nalepnica proizvoda*, *Predmet- Nalepnica proizvoda*, *Radnik- Radni list*, *Radnik- Radni nalog*.

Entitet *Radnik* je roditelj, a u vezi snjim je entitet *Radni nalog* kao dete.

Entitet *Predmet poslovanja* je roditelj, a u vezi s njim je entitet *Nalepnica proizvod* kao dete.

Entitet *Smena* je roditelj, a u vezi s njim je entitet *Radni list* kao dete.

Entitet *Serija* je roditelj, a u vezi s njim je entitet *Radni list* kao dete.

Entitet *Radnik* je roditelj, a u vezi s njim je entitet *Radni list*, *Nalepnica proizvoda* i *Radni nalog* kao dete.

Definisanje ER modela identifikacije i sledljivosti. Postupak izvođenja ove aktivnosti sadrži (sl. 30):

- definisanje nezavisnih entiteta,
- definisanje zavisnih entiteta i
- definisanje veza.

Nezavisni entitet je objekat koji ima jednu osobinu koja ga može jednoznačno identifikovati i ne zavisi od drugih entiteta.

Kao nezavisni entiteti definisani su:

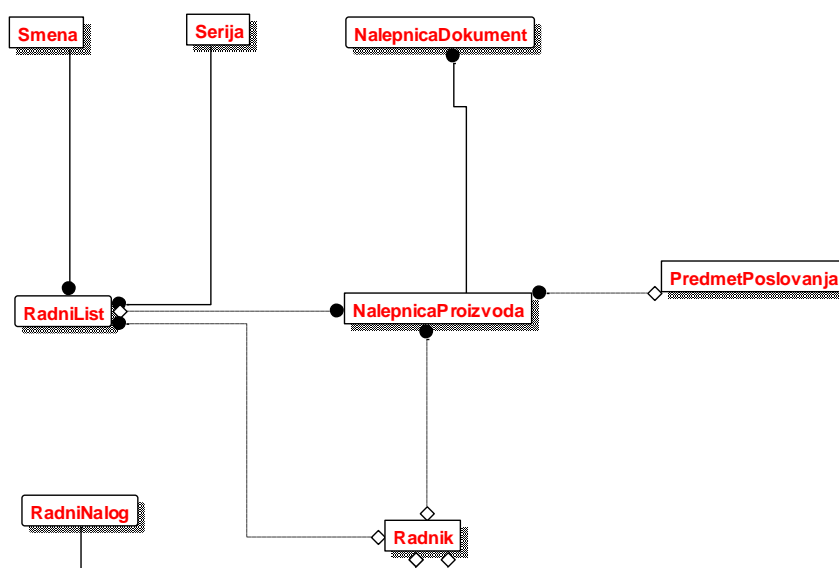
- Smena,
- Serija,
- Predmet poslovanja,

- Radnik.

Zavisni entitet zavise od drugih entiteta i kao karakteristični zavisni entiteti definisani su:

- NalepnicaDokument,
- RadniList,
- NalepnicaProizvoda,
- RadniNalog.

Pod vezama podrazumevamo relacije na logičkom nivou.



Slika 30. Definisane nezavisne i zavisne entitete i veza identifikacije i sledljivosti

4.2.6.3. Kreiranje atributa identifikacije i sledljivosti

Kreiranje atributa vrši se kroz izvođenje sledećih aktivnosti:

- definisanje liste kandidata za entitete,
- definisanje ključeva,
- postupak normalizacije i
- definisanje atributa.

Definisanje liste kandidata za attribute identifikacije i sledljivosti. Ulazna veličina je verifikovani ER model, dok je izlaz ER model sa atributima. Svaki od entiteta može imati proizvoljan broj atributa, dok određeni atribut pripada samo jednom entitetu i predstavlja jednu određenu činjenicu.

Za nezavisni entitet *Smena* definisani su sledeći atributi (sl. 31): *Smena ID*, *Naziv smene*.

Za nezavisni entitet *Seriya* definisani su sledeći atributi: *Seriya ID*, *Broj serije*, *Broj komada*.

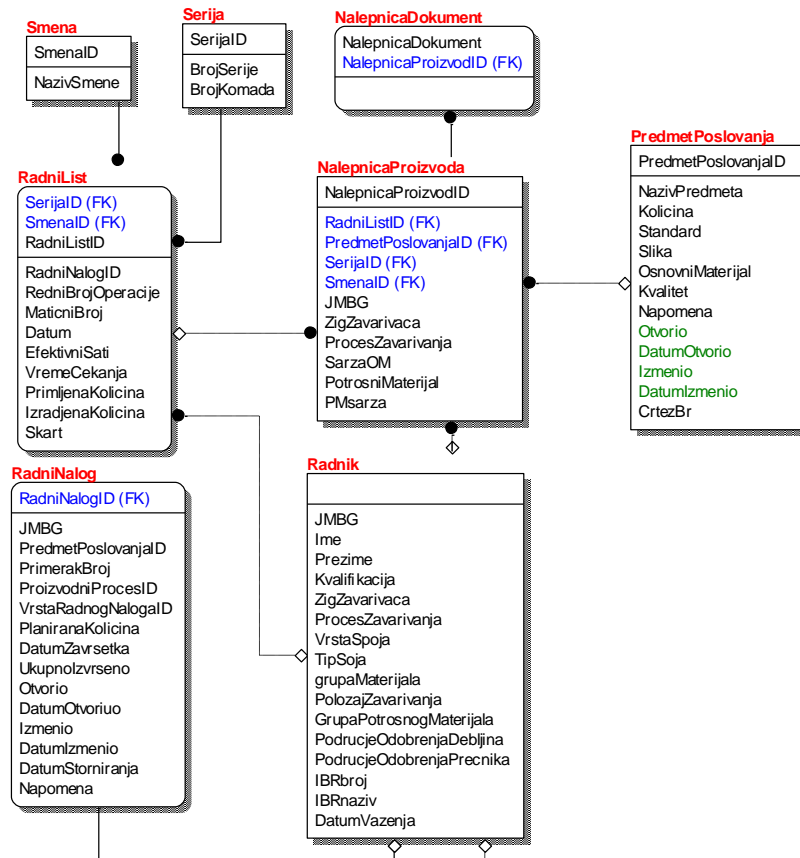
Za zavisni entitet *Nalepnica proizvod* definisani su sledeći atributi: *Nalepnica proizvod ID*, *Redni broj radne liste ID*, *Predmet poslovanja ID*, *Seriya ID*, *Smena ID*, *jmbg*, *žig zavarivaca*, *Proces zavarivanja*, *Šarža OM*, *Potrošni materijal i PM sarža*.

Za zavisni entitet *Nalepnica dokument* definisani su sledeći atributi: *Nalepnica dokument*, *Nalepnica proizvod ID*.

Definisanje ključeva identifikacije i sledljivosti. Primarni ključevi su definisani za svaki nezavisni entitet i to:

- *Smena ID* za entitet *Smena*,
 - *Seriya ID* za entitet *Seriya*,
- Preneseni ključevi se nalaze kod zavisnih entiteta:
- *Seriya ID* (FK) i *Smena ID* (FK) kod entiteta *Radni list* i
 - *Seriya ID* (FK) i *Smena ID* (FK), *Predmet poslovanja ID* (FK) i *Redni broj radne liste* (FK) kod entiteta *Nalepnica proizvoda* i
 - *Nalepnica proizvod ID* (FK) kod entiteta *NalepnicaDokument*.

Globalni informacioni model *identifikacije i sledljivosti* prikazan je na sl. 31 i na njemu se vide osnovni entiteti i njihove veze, kao i primarni i preneseni ključevi, koji predstavljaju osnovu za definisanje tabele buduće baze podataka.



Slika 31. Globalni informacijski model identifikacije i sledljivosti

4.3. APLIKATIVNO MODELIRANJE

Aplikativno modeliranje treba da omogući projektantu baze podataka da fizički kreira efikasnu bazu podataka i da pomogne u razvoju aplikacija i odabiru načina pristupa podacima.

Aplikativno modeliranje ostvaruje se kroz:

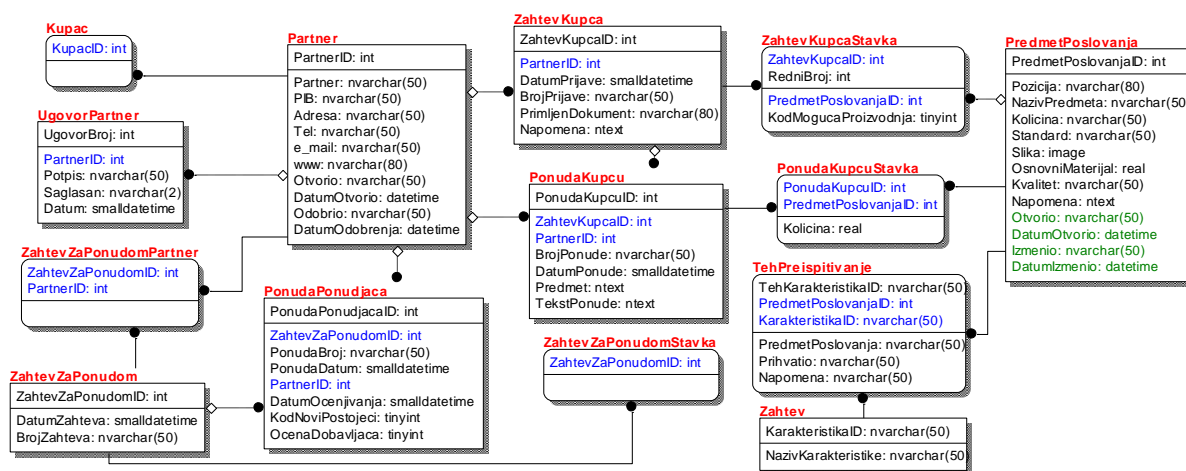
- definisanje fizičkog dizajna,
- generisanje šeme baze podataka i
- izrada aplikacije.

4.3.1. Aplikativno modeliranje ugovora

Aplikativno modeliranje specifikacije tehnologije zavarivanja ostvaruje se kroz:

- definisanje fizičkog dizajna ugovora
- Generisanje šeme baze podataka ugovora
- izrada aplikacije ugovora

Definisanje fizičkog dizajna ugovora. ERWin nudi mogućnost istovremenog definisanja logičkog i fizičkog nivoa i jednostavno prebacivanje sa logičkog na fizički pogled (sl. 32).



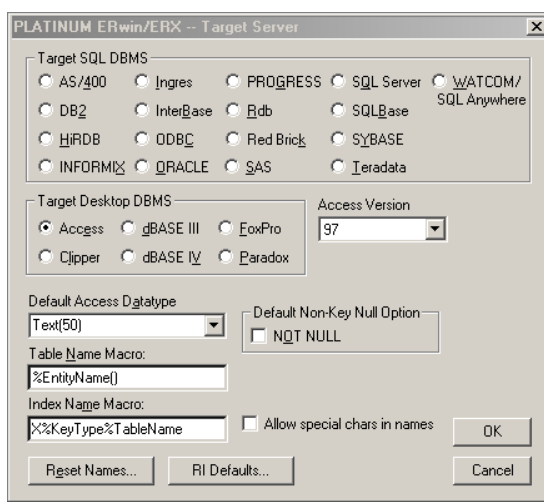
Slika 32. Definisanja fizičkog nivoa ugovora

Definisanje fizičkog dizajna ostvaruje se kroz:

- izbor sistema za upravljanje bazama podataka,

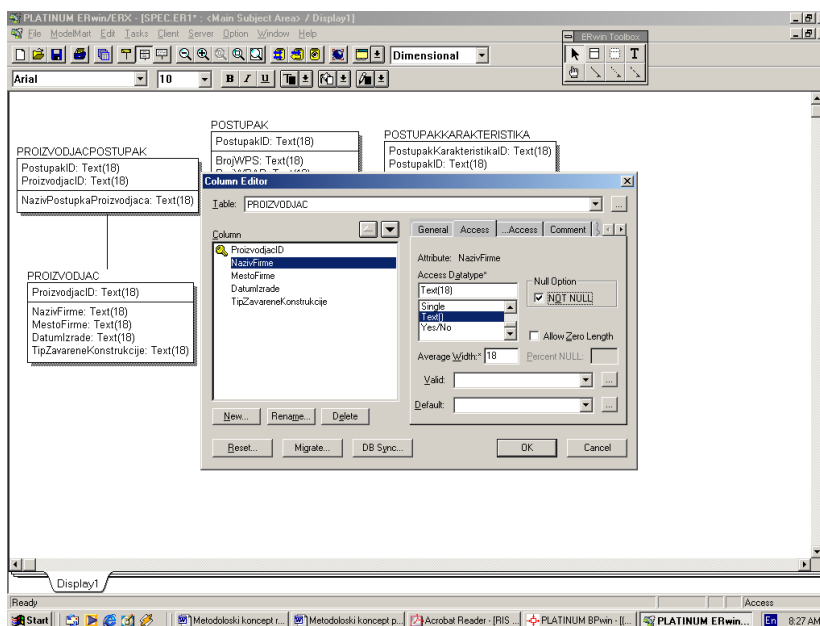
- definisanje tabela i kolona,
- definisanje indeksa i
- definisanje načina upravljanja podacima.

ERWin omogućuje izbor jedne od sledećih sistema za upravljanje bazama podataka: AS/400, Ingres, PROGRES, SQL Server, WATCOM, DB2, InterBase, Rdb, SQLBase, HiRDB, ODBC, RedBrick, SYBASE, INFORMIX, ORACLE, SAS, Teradata, Access, dBase III i IV, FoxPro, Clipper i Paradox, a prozor za izbor baze podataka je dat na sl.33.



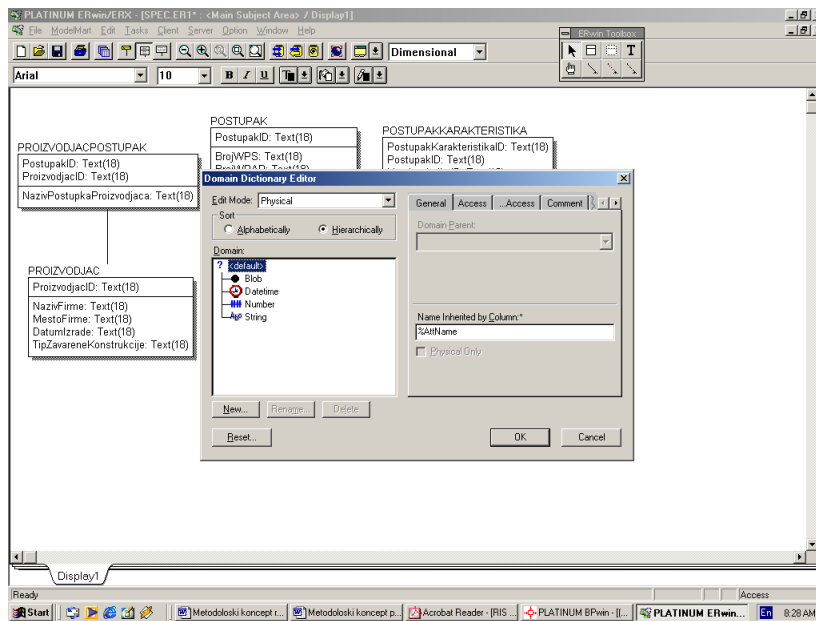
Slika 33. Izbor baze podataka

Definisanje tabela i kolona podrazumeva definisanje osobina kolona (sl. 34), osobina domena i validacionih pravila (vrednosno ograničenje).



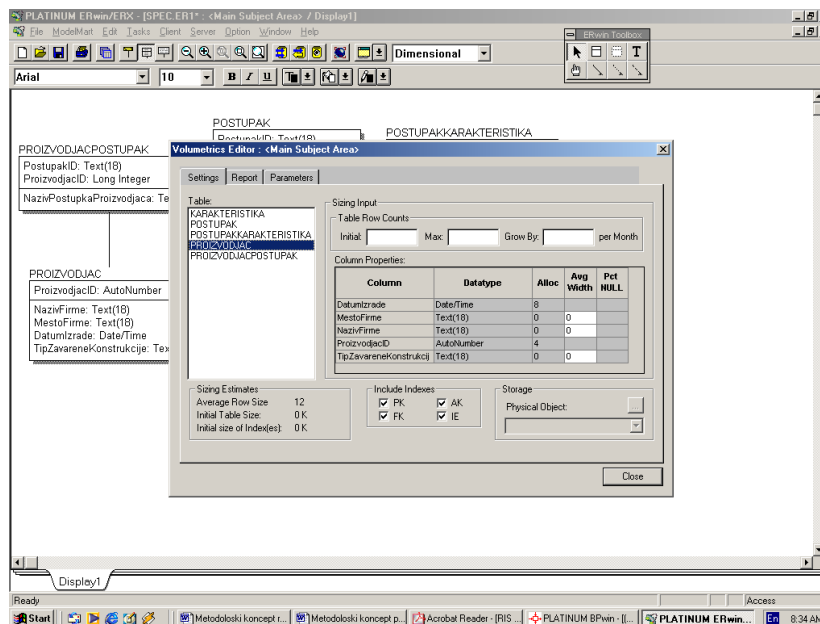
Slika 34. Definisanje osobina kolona

Definisanje osobina domena prikazano je na sl.35.



Slika 35. Definisanje osobina domena

Definisanje validacionih pravila prikazano je na sl. 36.



Slika 36. Definisanje validacionih pravila

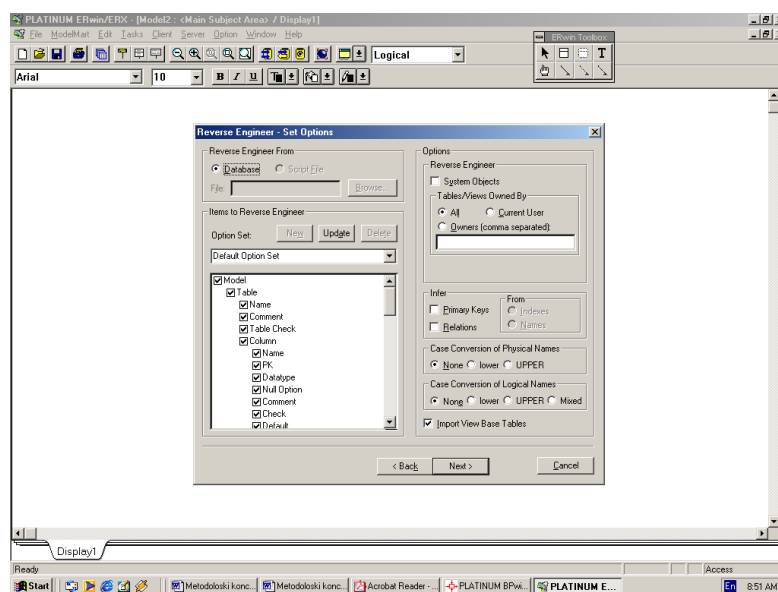
Generisanje šeme baze podataka ugovora. Generisanje šeme baze podataka direktno iz fizičkog modela naziva se direktni inženjering. Za razliku od njega, inverzni inženjering predstavlja proces dobijanja fizičkog i logičkog modela iz postojeće fizičke baze podataka (sl. 37). Ovo je vrlo značajno za slučaj kad programer koji je kreirao bazu ode ili kod nadgradnje, a prema zahtevima ISO 9000.

Generisanje šeme baze podataka se sastoji iz:

- Kreiranje tabela
- Kreiranje indeksa
- Generisanje poslovnih ograničenja
- Verifikacija šeme baze podataka.

U MS Accessu uspostavljaju se sledeće relacije (poslovna ograničenja):

- One to one, gde jednom redu iz jedne tabele pripada jedan red u drugoj tabeli, i
- One to many, gde jednom redu iz jedne tabele pripada više redova u drugoj tabeli, a sve to da bi promene u jednoj tabeli izazvale to isto i u drugoj.



Slika 37. Generisanje šeme baze podataka

Izrada aplikacije ugovora. Izrada aplikacije ostvaruje se kroz:

- definisanje menija,
- definisanje izgleda forme,
- definisanje upita i
- definisanje izveštaja.

Definisanje menija za *ugovor* se izvodi na taj način što se kreiraju tabela pomoću opcije Object/Tables, što je prikazano na sl. 38.

Karakteristil	NazivKarakteristike
01	Osnovni Materijal
02	Kvalitet Spojeva
03	Lokacija Zavara
04	Pristupacnost Zavara
05	Redosled Zavara
06	Dostupnost za IBR
07	WPS
08	WPQR
09	Priprema ivica sava
10	IBR
11	Podizvodjaci
12	Termicka obrada
13	Kvalifikacija osoblja
14	Identifikacija i sledljivost
15	Kontrola kvaliteta
16	Radni uslovi
17	Neusaglasenost
18	Ostali zahtevi

Slika 38. Meni za ugovor u MS Access-u

U nastavku je prikazan izgled tabele *Tehnicko preispitivanje* (sl. 39)

TehKarakter	PredmetPosl	Prihvatljivo	Napomena
01	0001	<input checked="" type="checkbox"/>	
02	0001	<input checked="" type="checkbox"/>	Prema standardu EN 5817
03	0001	<input checked="" type="checkbox"/>	
04	0001	<input checked="" type="checkbox"/>	
05	0001	<input checked="" type="checkbox"/>	
06	0001	<input checked="" type="checkbox"/>	
07	0001	<input checked="" type="checkbox"/>	12/15
08	0001	<input checked="" type="checkbox"/>	Institut za varilstvo Ljubljana
09	0001	<input checked="" type="checkbox"/>	Prema standardu ISO 9692
10	0001	<input checked="" type="checkbox"/>	Prema standardu EN 970
11	0001	<input type="checkbox"/>	Nisu potrebni
12	0001	<input type="checkbox"/>	N/A
13	0001	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	0001	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	0001	<input checked="" type="checkbox"/>	Prema standardu ISO 6520
16	0001	<input checked="" type="checkbox"/>	U pogonu
17	0001	<input checked="" type="checkbox"/>	
18	0001	<input type="checkbox"/>	Nisu zahtevani

Slika 39. Definisane tabele Tehnicko preispitivanje

Tabele se mogu menjati odnosno dizajnirati kako u ERWin-u, tako i u MS Access-u što je prikazano na sl. 40 za tabelu *Ponuda ponudjaca*. Pored dodavanja nekih od atributa, moguće je i definisati njihovu vrednost i značenje.

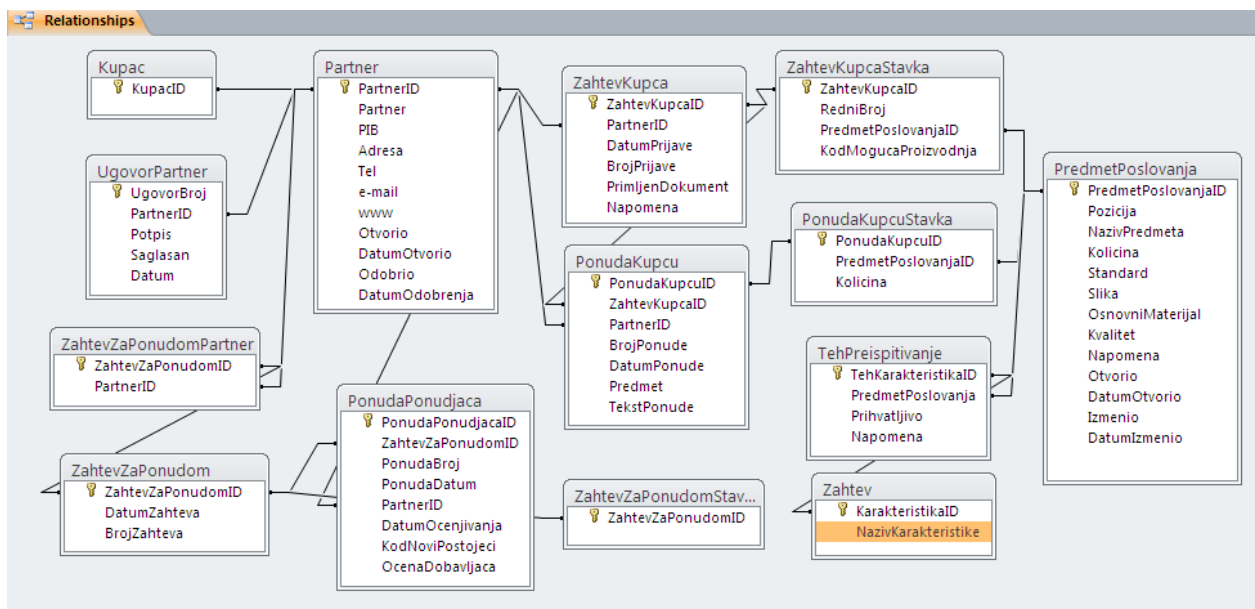
Field Name	Data Type
PonudaPonudjacaID	AutoNumber
ZahtevZaPonudomID	Text
PonudaBroj	Text
PonudaDatum	Text
PartnerID	Text
DatumOcenjivanja	Date/Time
KodNoviPostojeci	Text
OcenaDobavljacka	Text

Slika 40. Dizajniranje izgleda tabele Ponuda ponudjaca

Definisanje izgleda forme se izvodi pomoću opcije Object/Form, što je samo prikazano za tabelu *Predmet poslovanja* na sl. 41, a podatke je moguće unositi i u ovoj formi.

Slika 41. Definisanje izgleda forme za tabelu *Predmet poslovanja*

U okviru opcije Queries moguće je prikazati relacije između tabela *ugovora* (sl. 42), koje su definisane u ERWin.



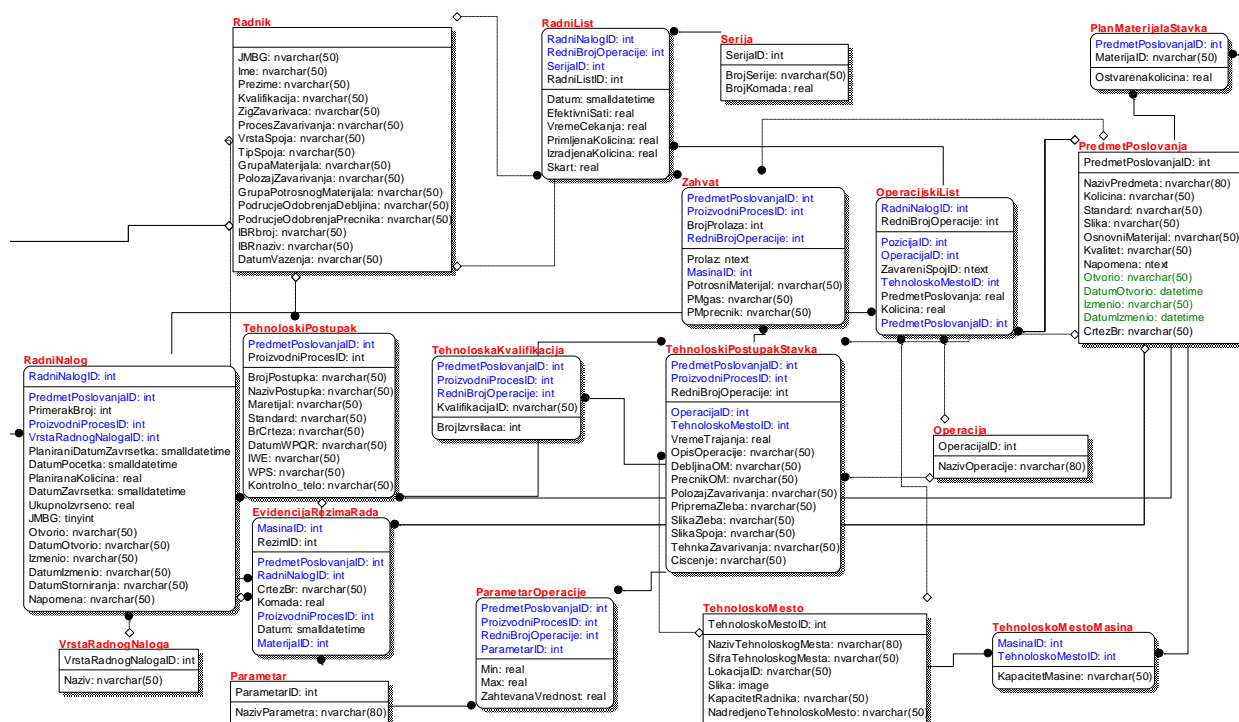
Slika 42. Definisanje relacija- veza između tabela *ugovora* u MS Access

4.3.2. Aplikativno modeliranje plana proizvodnje

Aplikativno modeliranje plana proizvodnje ostvaruje se kroz:

- definisanje fizičkog dizajna plana proizvodnje,
- generisanje šeme baze podataka plana proizvodnje i
- izrada aplikacije plana proizvodnje.

ERWin nudi mogućnost istovremenog definisanja logičkog i fizičkog nivoa i jednostavno prebacivanje sa logičkog na fizički pogled za plana proizvodnje (sl. 43).

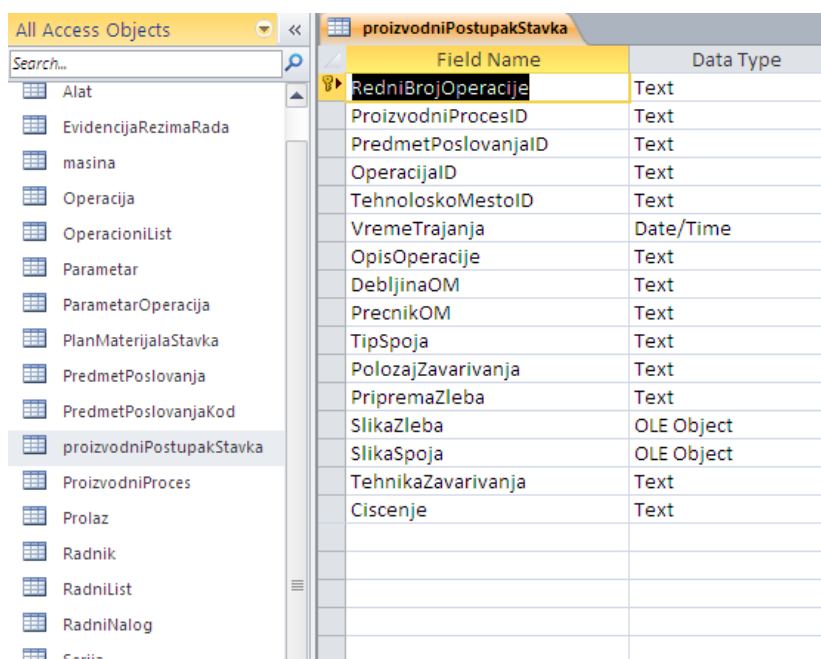


Slika 43. Definisana fizičkog nivoa plana proizvodnje

Izrada aplikacije ostvaruje se kroz:

- definisanje menija,
- definisanje izgleda forme,
- definisanje upita i
- definisanje izveštaja.

Definisanje menija za plan proizvodnje se izvodi na taj način što se kreiraju tabela pomoću opcije Object/Tables, što je prikazano na sl. 44.



Slika 44. Meni za plan proizvodnje u MS Access-u

U nastavku je prikazan izgled tabele *Proizvodni proces* (sl. 45)

ProizvodniProce	Predmet	BrojPostupka	NazivPostup	Materijal	Standard	BrCrteza	DatumWPQ	IWE	WPS	KontrolnoTelo	Click to	
001	00001	131	MIG	AlMgSi0.7	EN10025	010-DU/15	3.9.2015	Jovanovic	12/15	Institut za varilstvo Ljubljana	Click to	
RedniBr	OperacijaID	Tehnoslo	DebljinaOM	TipSpoja	PolozajZava	PripremaZleba	SlikaZleba	SlikaSpoja	TehnikaZavarivanja	Ciscenje	Click to Add	
01	01	01	2	BW	PA	Aceton	Picture	Picture	Tehnika Unapred	Aceton		
BrojProlaza	Prolaz	SifraPostupl	MasinalD	PotrosniMai	PMgas	PMprecnik	VrstaStruje	Polaritet	Strujal	Naponi	ProtokGas	BrzinaZice
		1	MIG-131	AlMg3	11	1.8	DC	+	80	22	8	22
		2	MIG-131	AlMg5	11	1.8	DC	+	100	25	10	25
*	(New)											

Slika 45. Definisane tabele Proizvodni proces

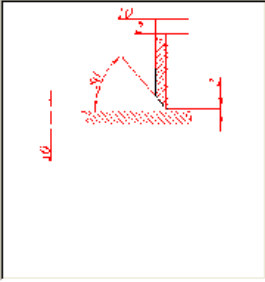
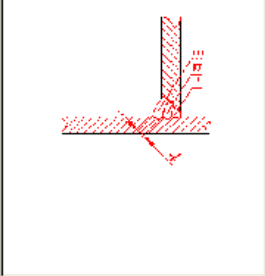
Tabele se mogu menjati odnosno dizajnirati kako u ERWin-u., tako i u MS Access-u što je prikazano na sl. 46 za tabelu *Proizvodni proces*. Pored dodavanja nekih od atributa, moguće je i definisati njihovu vrednost i značenje.

Field Name	Data Type
ProizvodniProcesID	Text
PredmetPoslovanjaID	Text
BrojPostupka	Text
NazivPostupka	Text
Materijal	Text
Standard	Text
BrCrteza	Text
DatumWPQR	Date/Time
IWE	Text
WPS	Text
KontrolnoTelo	Text

Slika 46. Dizajniranje izgleda tabele Proizvodni proces

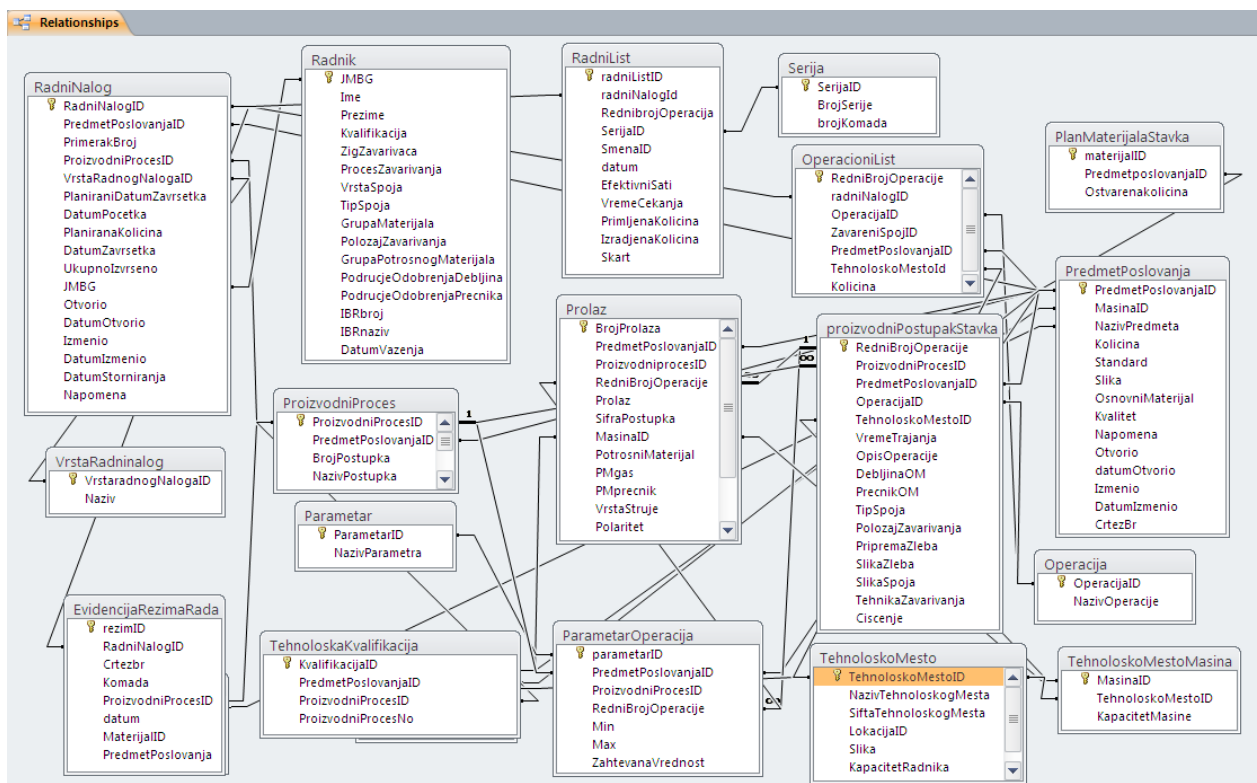
Definisane izgleda forme se izvodi pomoću opcije Object/Form, što je samo prikazano za tabelu *Proizvodni postupak stavka* na sl.47, a podatke je moguće unositi i u ovoj formi.

ProizvodniPostupakStavka

RedniBrojOperacije	<input type="text" value="01"/>	SlikaZleba	
ProizvodniProcesID	<input type="text" value="001"/>		
PredmetPoslovanja	<input type="text" value="00001"/>		
OperacijaID	<input type="text" value="01"/>		
TehnoloskoMestoI	<input type="text" value="01"/>		
VremeTrajanja	<input type="text"/>		
OpisOperacije	<input type="text"/>		
DebljinaOM	<input type="text" value="2"/>	SlikaSpoja	
PrecnikOM	<input type="text"/>		
TipSpoja	<input type="text" value="BW"/>		
PolozajZavarivanja	<input type="text" value="PA"/>		
PripremaZleba	<input type="text" value="Aceton"/>		
Ciscenje	<input type="text" value="Aceton"/>		
TehnikaZavarivanja	<input type="text" value="Tehnika Unapred"/>		

Slika 47. Definisane izgleda forme za tabelu Proizvodni postupak stavka

U okviru opcije Queries moguće je prikazati relacije između tabela (sl. 48), koje su definisane u ERWin za plan proizvodnje.



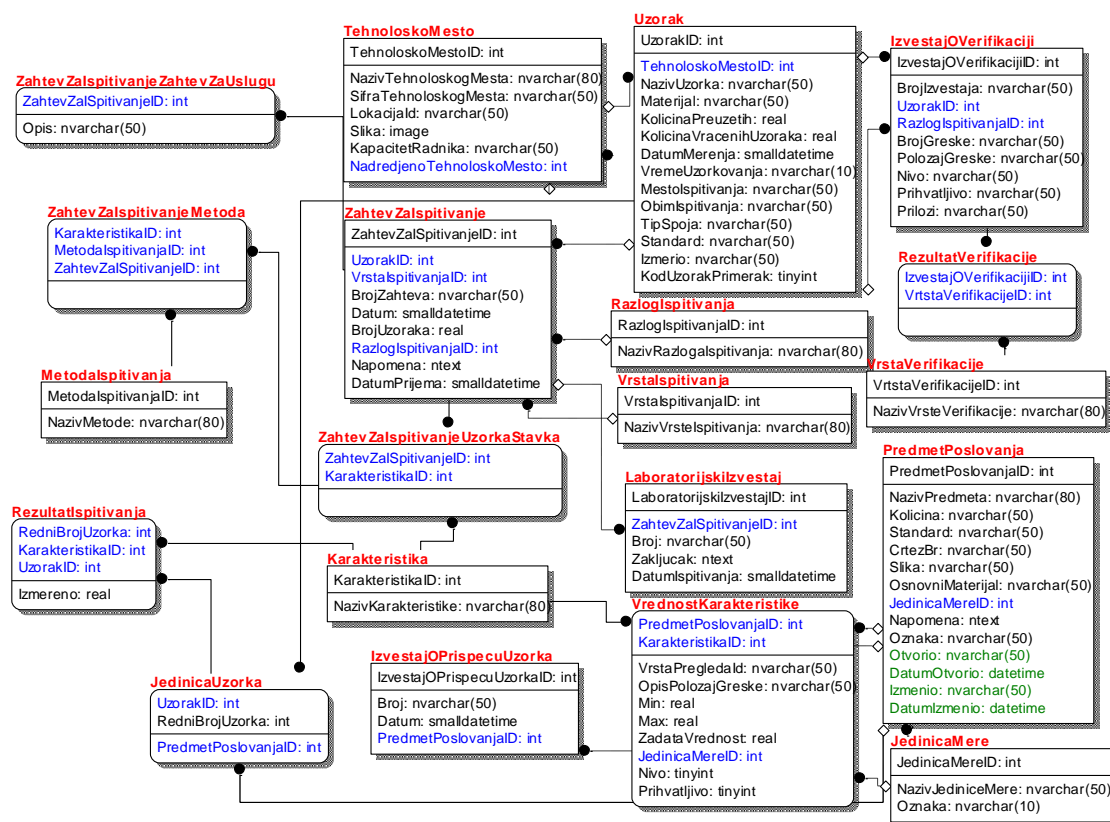
Slika 48. Definisane relacija-veza između tabela plana proizvodnje u MS Access

4.3.3. Aplikativno modeliranje kontrole kvaliteta

Aplikativno modeliranje kontrole kvaliteta ostvaruje se kroz:

- definisanje fizičkog dizajna kontrole kvaliteta,
- generisanje šeme baze podataka kontrole kvaliteta i
- izrada aplikacije kontrole kvaliteta.

ERWin nudi mogućnost istovremenog definisanja logičkog i fizičkog nivoa i jednostavno prebacivanje sa logičkog na fizički pogled (sl. 49).



Slika 49. Definisana fizičkog nivoa kontrole kvaliteta

Izrada aplikacije ostvaruje se kroz:

- definisanje menija,
- definisanje izgleda forme,
- definisanje upita i
- definisanje izveštaja.

Definisanje menija se izvodi na taj način što se kreiraju tabela pomoću opcije Object/Tables, što je prikazano na sl. 50.

Karakteristil	Sifra	NazivKarakteristike
0001	100	Prslina
0002	1001	mikroprslina
0003	101	poduzna prslina
0004	102	poprecna prslina
0005	103	zrakasta prslina
0006	104	prslina u krateru
0007	105	grupa odvojenih prslina
0008	106	razgranate prsline
0009	200	Supljina
0010	201	gasna supljina
0011	2011	gasna pora
0012	2012	jednoliko rasporedjena poroznost
0013	2013	gneздо poroznosti
0014	2014	linijska poroznost
0015	2015	izduzena supljina
0016	2016	crvolika supljina
0017	2017	povrsinska pora
0018	2018	povrsinska poroznost
0019	202	supljina usled skupljanja
0020	2021	medjudendritno skupljanje
0021	2024	supljina usled skupljanja u krateru
0022	2025	kraj supljine u krateru
0023	203	mikroskupljanje
0024	2031	medjudendritsko mikroskupljanje
0025	2032	transkristalno mikroskupljanje
0026	300	ukljucak u cvrstom stanju
0027	301	ukljucak troske
0028	302	ukljucak praha
0029	303	ukljucak oksida
0030	3034	oksidni film
0031	304	metalni ukljucak
0032	400	nedostatak stapanja I uvarivanja

Slika 50. Meni kontrole kvaliteta u MS Access-u

U nastavku je prikazan izgled tabele *Predmet poslovanja* (sl. 51).

PredmetPos	NazivPredmeta	Kolicina	Standard	CrtezBr	Slika	OsnovniMaterijal	Napomena	Kvalitet	Otvorio	DatumOtvori
00001	paleta	10	EN	110-DU/16	ord Document	AlMgSi0.7		B	Jovanic	11.12.2015
0001	prslina	100								
0002	zajed	501								
00001	VT	koren	25	35	0.4	mm	C		<input checked="" type="checkbox"/>	
00001	VT	Koren	50	55	0.5	mm	C		<input checked="" type="checkbox"/>	
00002	VT	Lice	2	10	1	mm	D		<input checked="" type="checkbox"/>	
*									<input type="checkbox"/>	
0003	gasni supljina	201								
00001	VT	lice	75	80	5	mm	B		<input type="checkbox"/>	
00001	VT	Lice	20	30	3	mm	D		<input checked="" type="checkbox"/>	
*									<input type="checkbox"/>	
0004	poroznost kore	516								
00002	VT	Koren	50	55	3	mm	D		<input checked="" type="checkbox"/>	
00001	VT	Koren	20	30	2	mm	C		<input checked="" type="checkbox"/>	
*									<input type="checkbox"/>	
0005	ukljucak troske	301								
*									<input type="checkbox"/>	
*									<input type="checkbox"/>	
00002	rezervoar	10	EN	225-PP/15	Picture	P25G1TH		B	Jovanic	6.5.2016

Slika 51. Definisane tabele *Predmet poslovanja*

Tabele se mogu menjati odnosno dizajnirati kako u ERWin-u, tako i u MS Access-u što je prikazano na sl.52 za tabelu *Vrednost karakteristike*. Pored dodavanja nekih od atributa, moguće je i definisati njihovu vrednost i značenje.

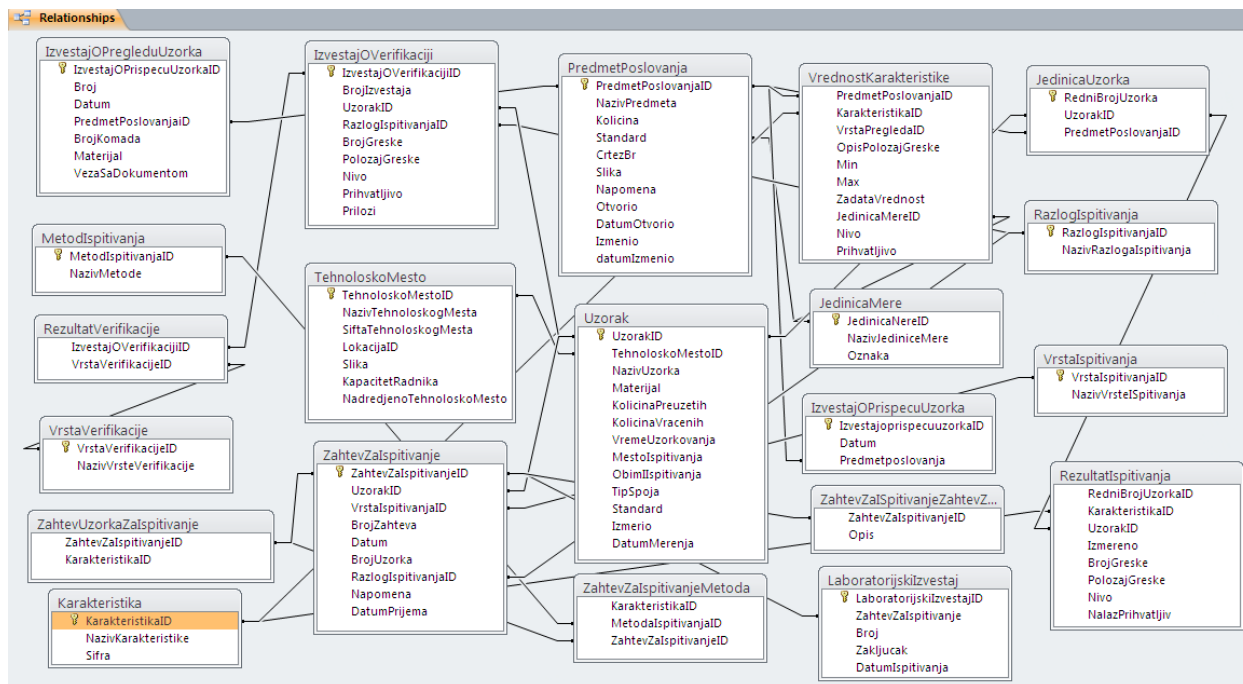
Field Name	Data Type
PredmetPoslovanjaID	Text
KarakteristikaID	Text
VrstaPregledaID	Text
OpisPolozajGreske	Text
Min	Text
Max	Text
ZadataVrednost	Text
JedinicaMereID	Text
Nivo	Text
Prihvatljivo	Yes/No

Slika 52. Dizajniranje izgleda tabele *Vrednost karakteristike*

Definisanje izgleda forme se izvodi pomoću opcije Object/Form, što je samo prikazano za tabelu *Vrednost karakteristike* na sl. 53, a podatke je moguće unositi i u ovoj formi.

Slika 53. Definisanje izgleda forme za tabelu *Vrednost karakteristike*

U okviru opcije Queries moguće je prikazati relacije između tabela za *Kontrolu kvaliteta* (sl. 54), koje su definisane u ERWin.



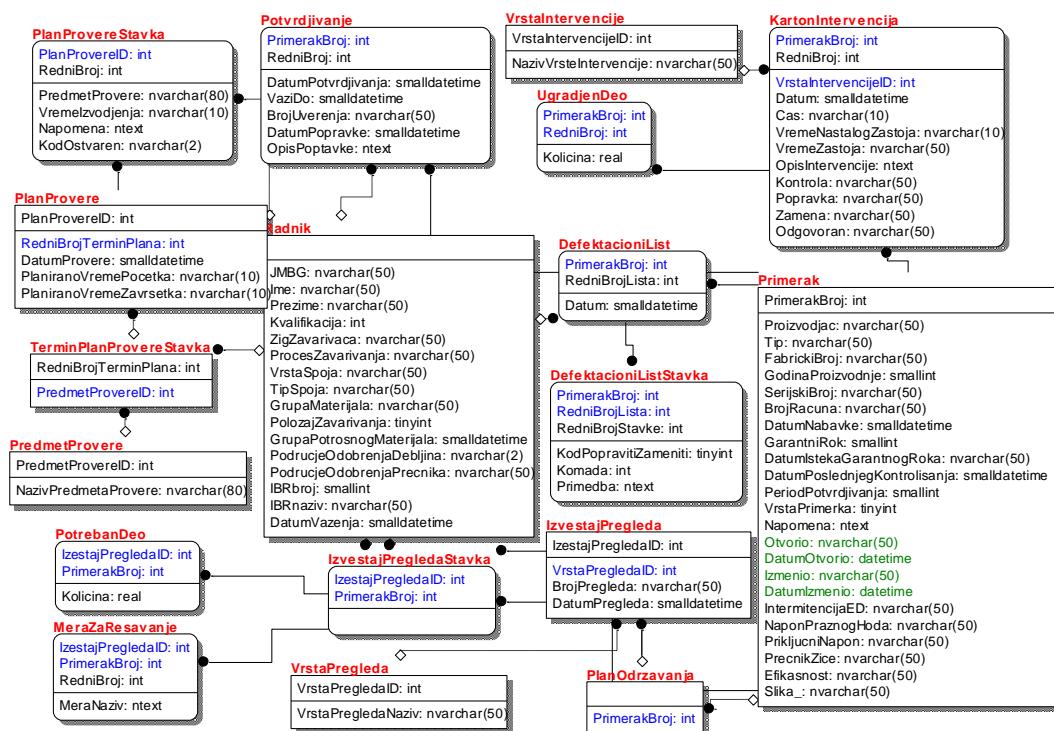
Slika 54. Definisane relacija- veza između tabela Kontrole kvaliteta u MS Access

4.3.4. Aplikativno modeliranje održavanja opreme

Aplikativno modeliranje održavanja opreme ostvaruje se kroz:

- definisanje fizičkog dizajna održavanja opreme,
- generisanje šeme baze podataka održavanja opreme i
- izrada aplikacije održavanja opreme.

ERWin nudi mogućnost istovremenog definisanja logičkog i fizičkog nivoa i jednostavno prebacivanje sa logičkog na fizički pogled (sl. 55).



Slika 55. Definisana fizičkog nivoa održavanja opreme

Izrada aplikacije ostvaruje se kroz:

- definisanje menija,
- definisanje izgleda forme,
- definisanje upita i
- definisanje izveštaja.

Definisanje menija za *Održavanja* se izvodi na taj način što se kreiraju tabela pomoću opcije Object/Tables, što je prikazano na sl. 56.

VrstaIntervencije	NazivVrsteIntervencije	Click to Add
01	Kontaktne dizne	
02	mlaznice	
03	Valjci za pomak žice	
04	kablovi	
05	Izolacija	
06	Namotaji	
07	Kolektor	
08	Ugljene četkice	
09	Priključci	
10	Pištolj	
11	Gorionik	
12	Držač elektrode	
13	Klešta mase	
14	Motor za pogon žice	
15	Regulator motora	
16	Regulacioni ventili	
17	Manometar pritiska	
18	Merač protoka gasa	
*		

Slika 56. Meni održavanja opreme u MS Access-u

U nastavku je prikazan izgled tabele *Primerak* (sl. 57).

RedniBroj	PrimerakBrc	Datum	Cas	VremeNast	VremeZast	OpisInterv	Kontrola	Popravka	Zamena	Odgovoran	Click to Add
01	KEMPP1	FASTMIG BASI 123542	2012	12353/12	16.2.2012	2	16.2.2014	2.6.2016	1	MIG/MAG apar	
VrstaIntervencije: Kontaktne dizne											
02	01	4.5.2016					<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Zivkovic	
03	01	2.6.2016					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Jovanic	
01	01	10.2.2016					<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Zivkovic	
VrstaIntervencije: mlaznice											
04	01	2.6.2016					<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Zivkovic	
VrstaIntervencije: Valjci za pomak žice											
05	01	4.5.2016					<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Zivkovic	
06	01	18.5.2016					<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Zivkovic	
VrstaIntervencije: kablovi											
07	01	1.6.2016					<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Zivkovic	
12	02	8.6.2016					<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Trivkovic	
VrstaIntervencije: Izolacija											
VrstaIntervencije: Namotaji											
VrstaIntervencije: Kolektor											
VrstaIntervencije: Ugljene četkice											
VrstaIntervencije: Priključci											
VrstaIntervencije: Pištolj											
08	01	1.6.2016					<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Jovanic	

Slika 57. Definisane tabele Primerak


Tabele se mogu menjati odnosno dizajnirati kako u ERWin-u, tako i u MS Access-u što je prikazano na sl. 58 za tabelu *Karton intervencija*. Pored dodavanja nekih od atributa, moguće je i definisati njihovu vrednost i značenje.

Field Name	Data Type
RedniBroj	Text
PrimerakBroj	Text
VrstalntervencijelD	Text
Datum	Date/Time
Cas	Date/Time
VremeNastalogZastoja	Date/Time
VremeZastoja	Date/Time
OpisIntervencije	Text
Kontrola	Yes/No
Popravka	Yes/No
Zamena	Yes/No
Odgovorran	Text

Slika 58. Dizajniranje izgleda tabele Karton intervencija

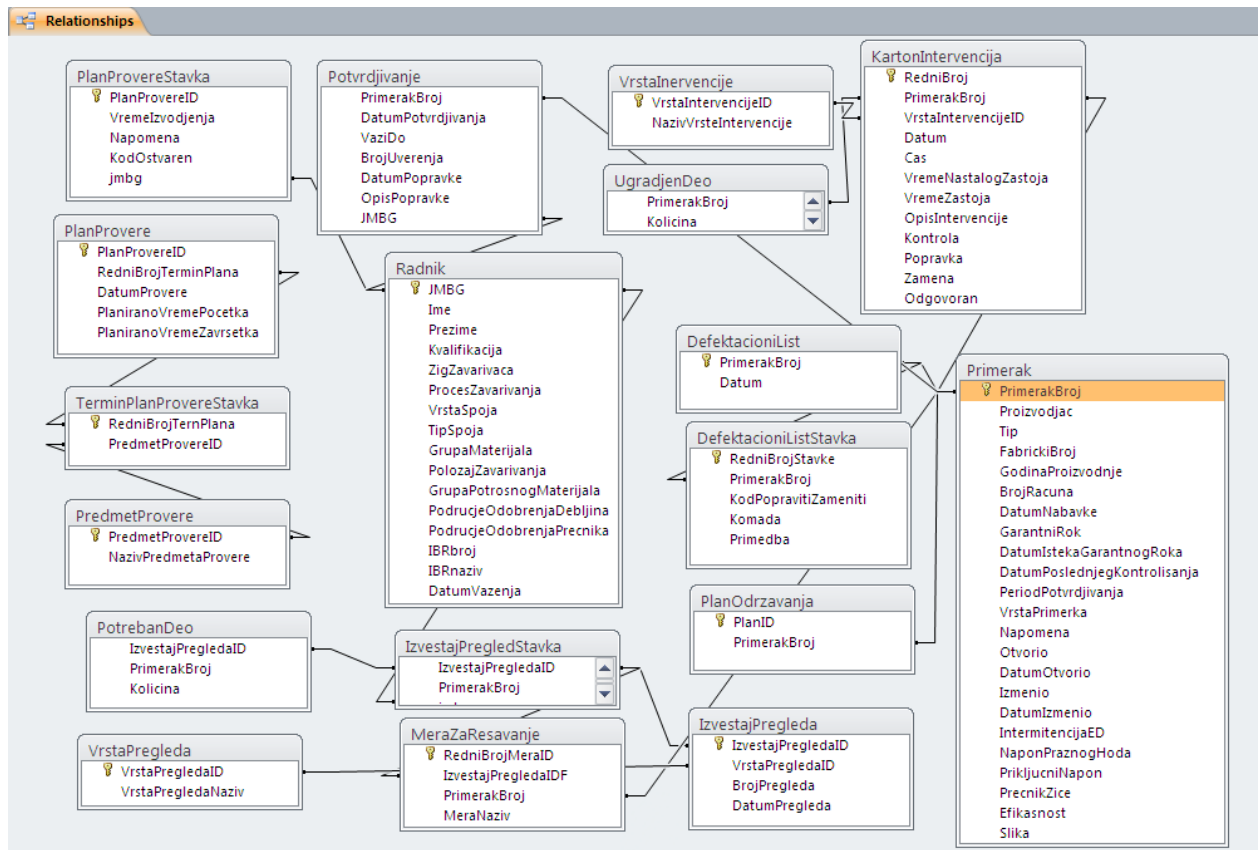
Definisanje izgleda forme se izvodi pomoću opcije Object/Form, što je samo prikazano za tabelu *Primerak* na sl. 59, a podatke je moguće unositi i u ovoj formi.

Primerak

PrimerakBroj	<input type="text" value="01"/>	Otvorio	<input type="text" value="Trivkovic"/>
Proizvodjac	<input type="text" value="KEMPPPI"/>	Datum Otvorio	<input type="text" value="17.2.2012"/>
Tip	<input type="text" value="FASTMIG"/>	Izmenio	<input type="text"/>
FabrickiBroj	<input type="text" value="123542"/>	Datum Izmenio	<input type="text"/>
Godina Proizvodnje	<input type="text" value="2012"/>	NaponPraznog Hoda	<input type="text" value="65"/>
BrojRacuna	<input type="text" value="12353/12"/>	Intermitencijal	<input type="text" value="300"/>
DatumNabavke	<input type="text" value="16.2.2012"/>	Efikasnost	<input type="text" value="87"/>
GarantniRok	<input type="text" value="2"/>	Prikljucni Napon	<input type="text" value="400"/>
DatumIsteka GarantnogRoka	<input type="text" value="16.2.2014"/>	Precnik Zice	<input type="text" value="1.8"/>
DatumPoslednjeg Kontrolisanja	<input type="text" value="2.6.2016"/>	Slika	
Period Potvrdjivanja	<input type="text" value="1"/>		
VrstaPrimerka	<input type="text" value="MIG/MAG"/>		
Napomena	<input type="text"/>		

Slika 59. Definisanje izgleda forme za tabelu Primerak

U okviru opcije Queries moguće je prikazati relacije između tabela *Održavanja opreme* (sl. 60), koje su definisane u ERWin.



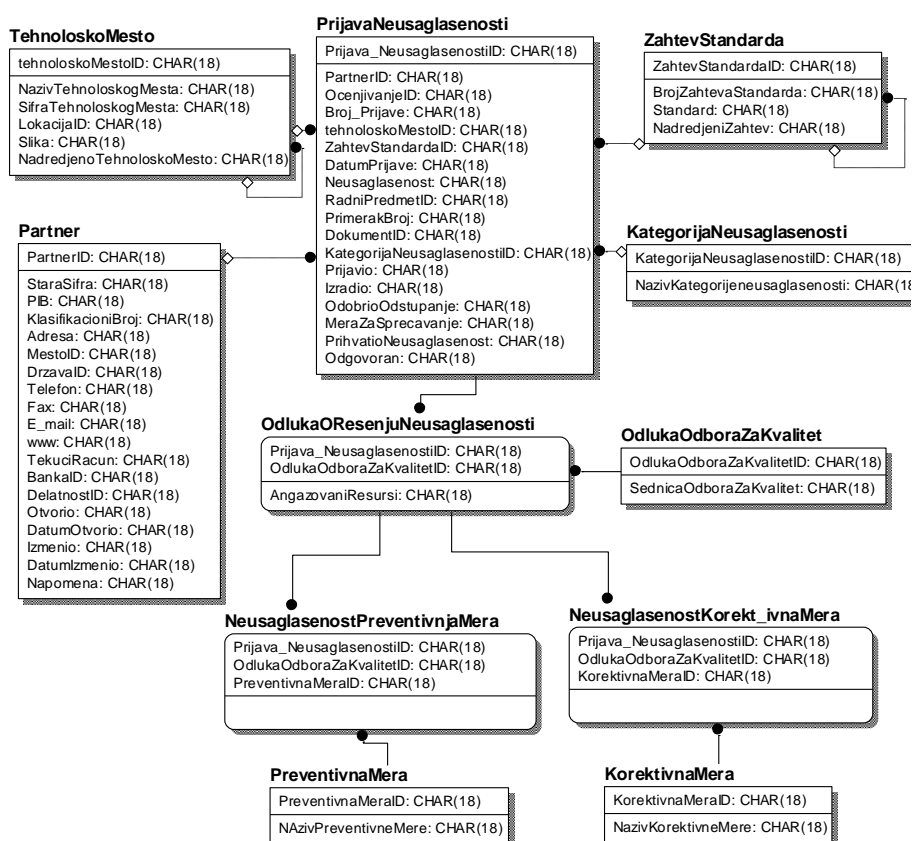
Slika 60. Definisane relacije- veza između tabela Održavanja opreme u MS Access

4.3.5. Aplikativno modeliranje neusaglašenosti i korektivnih mera

Aplikativno modeliranje neusaglašenosti i korektivnih mera ostvaruje se kroz:

- definisanje fizičkog dizajna neusaglasenosti i korektivnih mera,
- generisanje šeme baze podataka neusaglasenosti i korektivnih mera i
- izrada aplikacije neusaglasenosti i korektivnih mera.

ERWin nudi mogućnost istovremenog definisanja logičkog i fizičkog nivoa i jednostavno prebacivanje sa logičkog na fizički pogled (sl. 61).



Slika 61. Definisana fizičkog nivoa neusaglašenosti i korektivnih mera

Izrada aplikacije ostvaruje se kroz:

- definisanje menija,
- definisanje izgleda forme,
- definisanje upita i
- definisanje izveštaja.

Definisanje menija *Neusaglašenosti i korektivnih mera* se izvodi na taj način što se kreiraju tabela pomoću opcije Object/Tables, što je prikazano na sl. 62.

Slika 62. Meni neusaglašenosti i korektivnih mera u MS Access-u

U nastavku je prikazan izgled tabele *Partner* (sl. 63).

Slika 63. Definisanje tabele *Partner*

Tabele se mogu menjati odnosno dizajnirati kako u ERWin-u., tako i u MS Access-u što je prikazano na sl. 64 za tabelu *Odluka o rešenju neusaglašenosti*. Pored dodavanja nekih od atributa, moguće je i definisati njihovu vrednost i značenje.

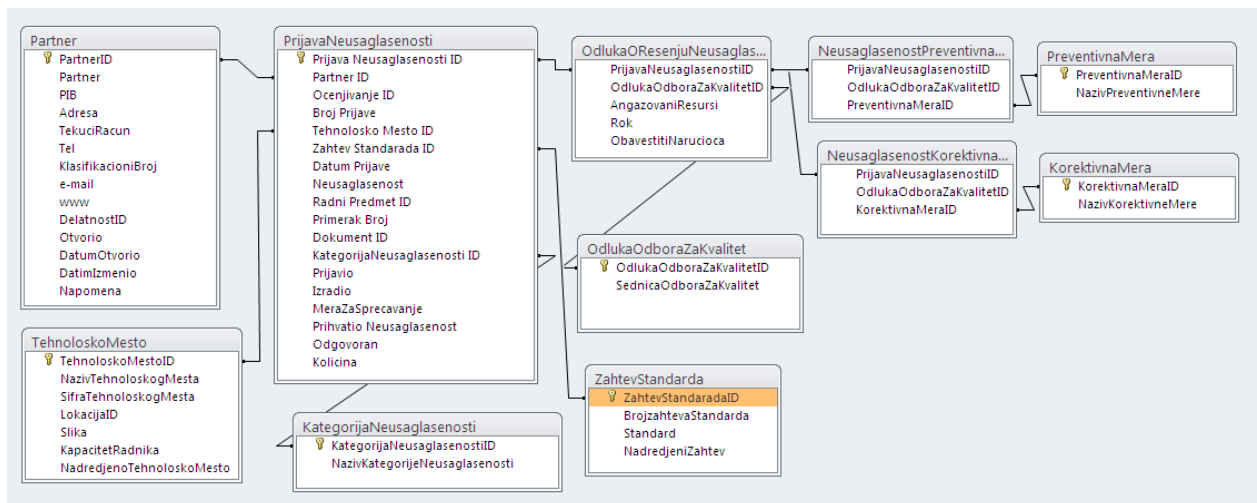
Field Name	Data Type
PrijavaNeusaglasenostiID	Text
OdlukaOdboraZaKvalitetID	Number
AngazovaniResursi	Text
Rok	Date/Time
ObavestitiNarucioca	Yes/No

Slika 64. Dizajniranje izgleda tabele *Odluka o rešenju neusaglašenosti*

Definisanje izgleda forme se izvodi pomoću opcije Object/Form, što je samo prikazano za tabelu *Odluka o rešenju neusaglašenosti* na sl.65, a podatke je moguće unositi i u ovoj formi.

Slika 65. Definisanje izgleda forme za tabelu *Odluka o rešenju neusaglašenosti*

U okviru opcije Queries moguće je prikazati relacije između tabela *Neusaglašenosti* i *korektivnih mera* (sl. 66), koje su definisane u ERWin.



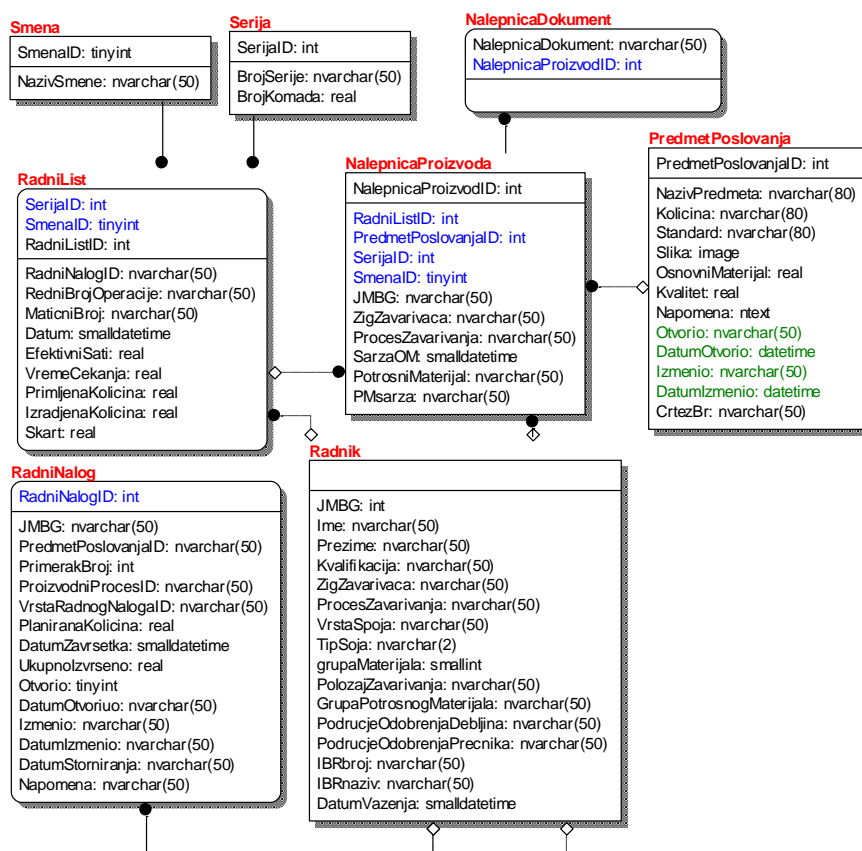
Slika 66. Definisanje relacija- veza između tabela *Neusaglašenosti* i *korektivnih mera* u MS Access

4.3.6. Aplikativno modeliranje identifikacije i sledljivosti

Aplikativno modeliranje identifikacije i sledljivosti ostvaruje se kroz:

- definisanje fizičkog dizajna identifikacije i sledljivosti,
- generisanje šeme baze podataka identifikacije i sledljivosti i
- izrada aplikacije identifikacije i sledljivosti.

ERWin nudi mogućnost istovremenog definisanja logičkog i fizičkog nivoa i jednostavno prebacivanje sa logičkog na fizički pogled (sl. 67).

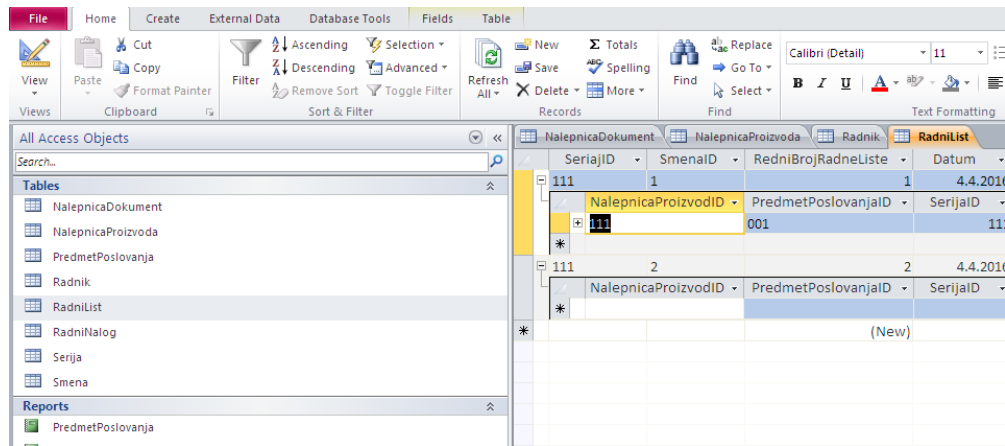


Slika 67. Definisnja fizičkog nivoa identifikacije i sledljivosti

Izrada aplikacije ostvaruje se kroz:

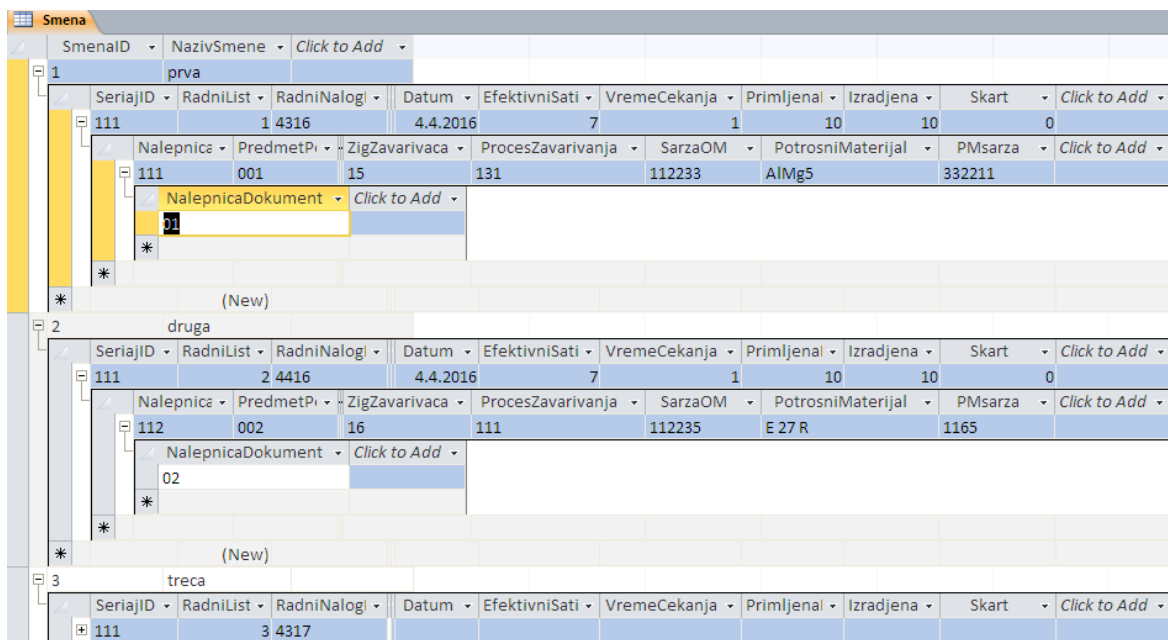
- definisanje menija,
- definisanje izgleda forme,
- definisanje upita i
- definisanje izveštaja.

Definisanje menija se izvodi na taj način što se kreiraju tabela pomoću opcije Object/Tables, što je prikazano na sl. 68.



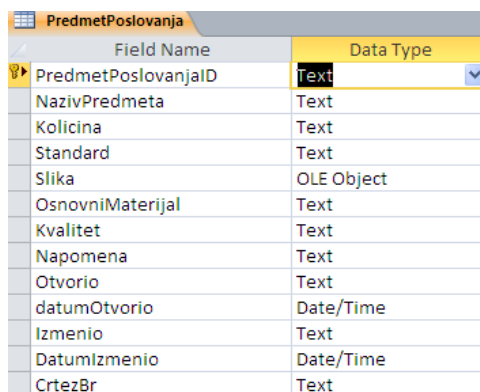
Slika 68. Meni u MS Access-u za identifikaciju i sledljivost

U nastavku je prikazan izgled tabele *Smena* (sl. 69).



Slika 69. Definisanje tabele *Smena*

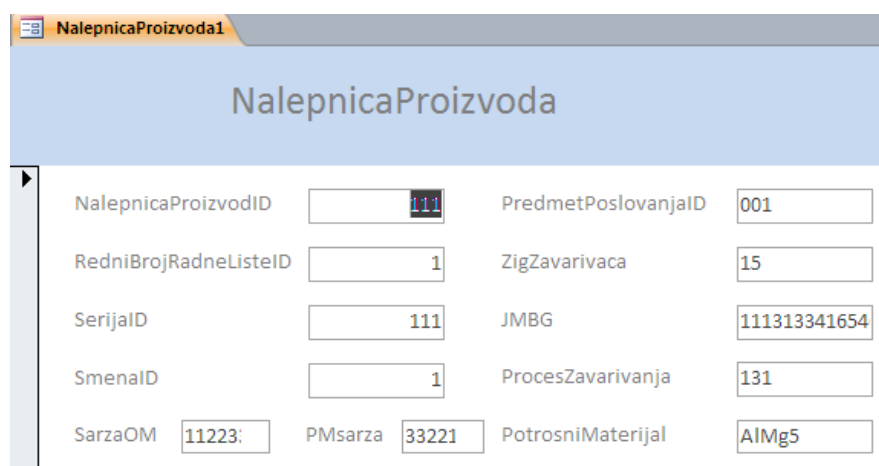
Tabele se mogu menjati odnosno dizajnirati kako u ERWin-u, tako i u MS Access-u što je prikazano na sl. 70 za tabelu *Predmet Poslovanja*. Pored dodavanja nekih od atributa, moguće je i definisati njihovu vrednost i značenje.



Field Name	Data Type
PredmetPoslovanjaID	Text
NazivPredmeta	Text
Kolicina	Text
Standard	Text
Slika	OLE Object
OsnovniMaterijal	Text
Kvalitet	Text
Napomena	Text
Otvorio	Text
datumOtvorio	Date/Time
Izmenio	Text
DatumIzmenio	Date/Time
CrtezBr	Text

Slika 70. Dizajniranje izgleda tabele Predmet Poslovanja

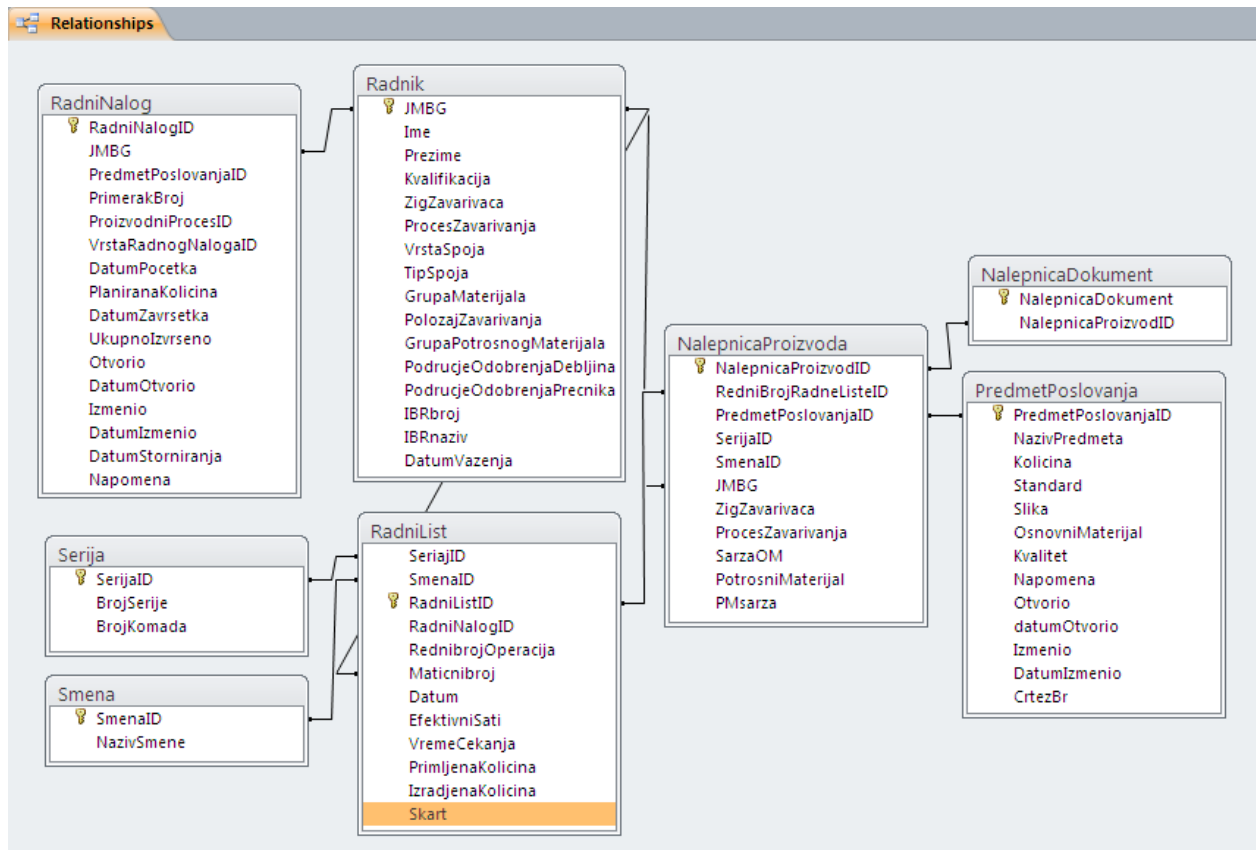
Definisanje izgleda forme se izvodi pomoću opcije Object/Form, što je samo prikazano za tabelu *Nalepnica Proizvoda* na sl. 71, a podatke je moguće unositi i u ovoj formi.



NalepnicaProizvodID	<input type="text" value="111"/>	PredmetPoslovanjaID	<input type="text" value="001"/>
RedniBrojRadneListeID	<input type="text" value="1"/>	ZigZavarivaca	<input type="text" value="15"/>
SerijalID	<input type="text" value="111"/>	JMBG	<input type="text" value="111313341654"/>
SmenaID	<input type="text" value="1"/>	ProcesZavarivanja	<input type="text" value="131"/>
SarzaOM	<input type="text" value="11223"/>	PMSarza	<input type="text" value="33221"/>
		PotrosniMaterijal	<input type="text" value="AlMg5"/>

Slika 71. Definisanje izgleda forme za tabelu Nalepnica Proizvoda

U okviru opcije Queries moguće je prikazati relacije između tabela (sl. 72), koje su definisane u ERWin.



Slika 72. Definisane relacije- veza između tabela identifikacija i sledljivosti u MS Access

4.4. VERIFIKACIJA MODELA

Verifikacija istraživanja biće prikazani na primeru Al palete. Slika palete za transport izrađene od legure aluminijuma AlMgSi0.7 prikazana je na sl. 73.



Slika 73. Izgled palete za transport od Al legure

Paleta je izrađena od dve vrste ekstrudiranih profila čije su dimenzije prikazane u tabeli 2. Mehaničke karakteristike Al legure AlMgSi0.7 date su u tabeli 3, a hemijske karakteristike u tabeli 4.

Tabela 2. Dimenzije Al palete

Dimenzije (mm)	Materijal	Profil (mm)	Broj uzdužnih profila	Razmak profila (mm)	Dozvoljeno opterećenje (kg)	Težina palete (kg)
600x800x150	AlMgSi0.7	80x80	4	50	3000	7.6

Tabela 3. Mehaničke karakteristike AlMgSi0.7 (6005)¹³

Zavarivanje	Zatezna čvrstoća R _m (MPa)	Izduženje A (%)	Napon R _{p0.2} (MPa)
Dobro	180 - 200	15	90 - 110

Tabela 4. Hemijske karakteristike AlMgSi0.7 EN AW- 6005

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Others
0.6-0.9	0.35	0.10	0.10	0.4-0.6	0.10	0.10	0.10	0.15

Al legura AlMgSi0.7 pripada grupi Al legura koje imaju dobru zavarljivost otpornost prema koroziji i ove legure se često koriste za transport i u građevinarstvu. Mogu se zavarivati MIG, TIG, REL i EPP postupkom zavarivanja. Na osnovu multikriterijumske analize (topsis metod) utvrđeno je da je MIG postupak najbolji za zavarivanje Al transportne paleta [49].

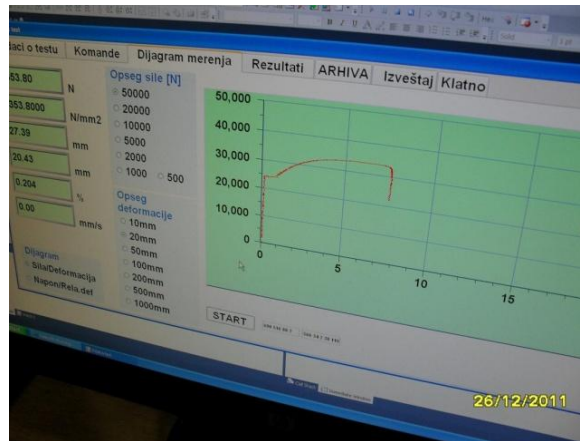
¹³ EN 755-2- Aluminium and aluminium alloys, Extruded rod/bar, tube and profiles Part 2. Mechanical properties

Za eksperimentalno određivanje parametara MIG zavarivanja Al palate u funkciji maksimalne zatezne čvrstoće, kao najznačajnijeg pokazatelja kvaliteta i pouzdanosti zavarenog spoja, urađeno je ispitivanje zatezne čvrstoće na automatizovanoj kidalici, koja je prikazana na sl 74-a. Rezultati eksperimenta su prikazani u dijagramu napon- deformacija na sl 74-b. Brzina kidanja je 0,40 mm/s uz upotrebu ekstenziometra na sobnoj temperaturi.

Eksperiment je izveden na aparatu za zavarivanje Kemppi Fast Mig Basic, sa zaštitnim gasom Ar- II i potrošnim materijalom-žicom AlMg5, sučeonog- BW spoja u horizontalnom- PA položaju zavarivanja.



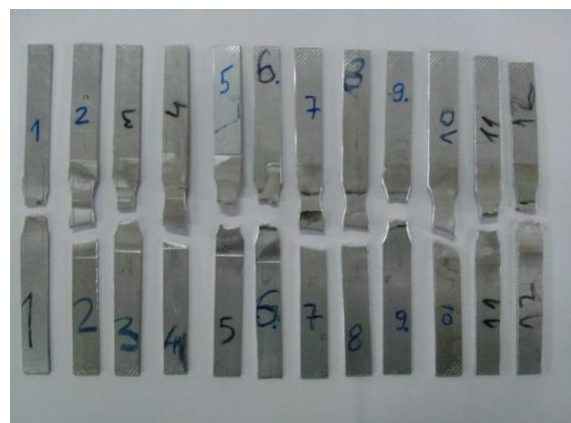
a)



b)

Slika 74. Eksperiment na automatizovanoj kidalici a), Rezultati eksperimenta sa dijagramom napon- deformacija b)

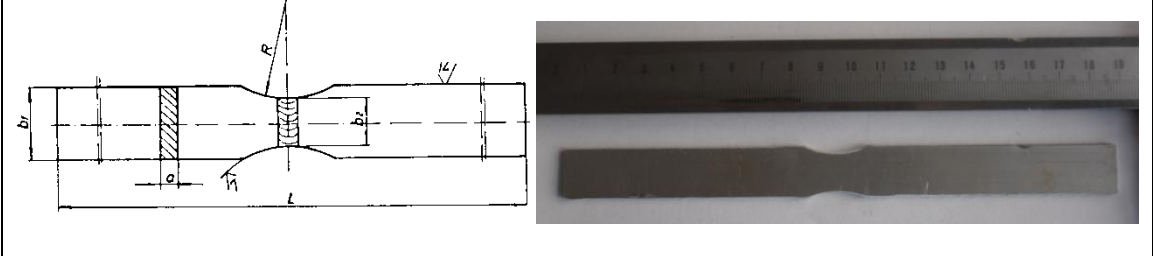
Epruvete pre i posle kidanja su prikazane na sl. 75, dok su dimenzije prikazane u tabeli 5.



Slika 75. Epruvete pre i posle kidanja

Tabela 5. Dimenzije epruvete

Debljina epruvete a (mm)	Širina epruvete b ₁ (mm)	Širina epruvete na mestu loma b ₂ (mm)	Radijus R (mm)	Dužina L (mm)
1,8	18	12	24	200



Uticajni faktori na MIG proces zavarivanja su: struja zavarivanja, napon zavarivanja, brzina zavarivanja, prečnik žice za zavarivanje i njeno rastojanje od pištolja, protoka zaštitnog gasa i vrsta zaštitnog gasa i td. Ovde je izvršeno eksperimentalno određivanje zatezne čvrstoće metodom totalnih ortogonalnih planova. Primenjen je trofaktorni ortogonalni eksperimentalni plan, odnosno kao najuticajni faktori na zateznu čvrstoću uzeti su: brzina zavarivanja (struja zavarivanja), napon zavarivanja i protok zaštitnog gasa dok su ostali uticajni faktori držani na konstantnom nivou.

Matematički model funkcije zatezne čvrstoće MIG zavarenog spoja pretpostavljen je stepeni oblik:

$$R_m = C \cdot V^{\beta_1} \cdot U^{\beta_2} \cdot Q^{\beta_3} \quad \dots(1)$$

Gde je: V- brzina zavarivanja (m/min),
U- napon zavarivanja (V),
Q- protok zaštitnog gasa (l/min).

Ako se logaritmuje prethodna jednačina sledi:

$$\ln R_m = \ln C + \beta_1 \ln V + \beta_2 \ln U + \beta_3 \ln Q \quad \dots(2)$$

Nakon smene : $\ln R_m = y$; $\ln V = x_1$; $\ln U = x_2$; $\ln Q = x_3$; $\ln C = \beta_0$; $x_0 = 1$, prevodi se u linearni oblik:

$$y = \beta_0 x_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3. \quad \dots(3)$$

Jednačina regresije predstavlja matematički model u kodiranom obliku i glasi:

$$\hat{y} = b_0 x_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3. \quad \dots(4)$$

gde su: b_0, b_1, b_2, b_3 ,- koeficijenti regresije

Izbor intervala variranja faktora, odnosno nivoa ulaznih veličina definiše eksperimentalni prostor i omogućuje da se matrica koeficijenata regresije b_i svede na jediničnu i time pojednostavi. Nivoi ulaznih veličina dati su u tabeli 6.

Tabela 6. Nivoi ulaznih veličina

Nivo	Ulazni faktori			Kodovi		
	V (m/min)	U (V)	Q (l/min)	x_1	x_2	x_3
Gornji	5	18	11	1	1	1
Srednji	4.5	16	9	0	0	0
Donji	4	14	7	-1	-1	-1

Za izvođenje eksperimenta postavlja se trofaktorni ortogonalni plan eksperimenta sa jednim merenjem u tačkama plana i ponavljanjem u centralnoj tački plana četiri puta. Ukupan broj eksperimenata-N u ortogonalnom planu je:

$$N = 2^k + n_0 = 2^3 + 4 = 12 \quad \dots(5)$$

Broj ponavljanjem u centralnoj tački plana je $n_0 = 4$, dok je broj ulaznih faktora $k = 3$.

Raspored eksperimentalnih tačaka plana, odnosno plan matrica, prikazana je u tabeli 7. i zadovoljava uslove ortogonalnosti, simetričnosti i normativnosti.

Tabela 7. Plan matrica izvođenja eksperimenta

R. Br.	Br. eksper	Faktori			Zatezna čvrstoća R_m (Mpa)	$y = \ln R_m$	Regresiona jednačina \hat{y}	Mesto preloma
		V (m/min)	U (V)	Q (l/min)				
1	4	5	18	11	109	4,691	5,019	ZT
2	8	4	18	11	195	5,273	4,961	OM
3	9	5	14	11	122	4,804	4,521	ZUT
4	12	4	14	11	80	4,382	4,463	OM
5	2	5	18	7	145	4,977	4,843	ZUT
6	6	4	18	7	128	4,852	4,785	ZUT
7	11	5	14	7	85	4,443	4,345	OM
8	3	4	14	7	65	4,174	4,287	OM
9	10	4,5	16	9	80	4,382	4,653	ZUT
10	1	4,5	16	9	101	4,615	4,653	ZUT
11	5	4,5	16	9	102	4,625	4,653	ZUT
12	7	4,5	16	9	101	4,615	4,653	ZUT

Legenda:

OM- osnovni materijal

ZT- zona topljenja

ZUT- uona uticaja toplote

Regresiona analiza je metoda matematičke statistike kojom se određuje zatezna čvrstoća i vrši se putem matriceg računa:

$$B = (X' X)^{-1} X' Y \quad \dots(6)$$

Gde je:

B- Matrica nepoznatih koeficijenata regresije (b_0, b_1, b_2, b_3)

X - matrica osnovnih faktora

X' - transponovana matrica matrice X

X X' - Fišerova informaciona matrica:

$(X' X)^{-1}$ - inverzna matrica matrice XX':

Y- matrica eksperimentalnih rezultata (merenja)

Matrica X	Matrica X'	Matrica $(X' X)^{-1}$	Matrica Y
$X := \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & -1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$X' := \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & -1 & -1 & 1 & 1 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & -1 & -1 & -1 & -1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$	$X'X_{inv} := \begin{bmatrix} \frac{1}{12} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{8} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{8} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{1}{8} \end{bmatrix}$	$Y := \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \\ y_4 \\ y_5 \\ y_6 \\ y_7 \\ y_8 \\ y_9 \\ y_{10} \\ y_{11} \\ y_{12} \end{bmatrix}$

Koeficijenti regresije nakon izračunavanja matrice B su:

$$b_0 = 4,653; b_1 = 0,029; b_2 = 0,249; b_3 = 0,088$$

Matematički model u kodiranom obliku glasi:

$$\hat{y} = b_0x_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 = 4,653 + 0,029 x_1 + 0,249 x_2 + 0,088 x_3$$

Dekodiranje matematičkog modela omogućava izračunavanje parametara modela:

$$A_1 = \frac{2}{\ln \frac{V_{max}}{V_{min}}} = 8.963 \quad \dots(7)$$

$$A_2 = \frac{2}{\ln \frac{U_{\max}}{U_{\min}}} = 7.958 \quad \dots(8)$$

$$A_3 = \frac{2}{\ln \frac{Q_{\max}}{Q_{\min}}} = 4.425 \quad \dots(9)$$

$$a_1 = 1 - A_1 \ln(Q_{\max}) = -13,425 \quad \dots(10)$$

$$a_2 = 1 - A_2 \ln(U_{\max}) = -22,002 \quad \dots(11)$$

$$a_3 = 1 - A_3 \ln(V_{\max}) = -9.611 \quad \dots(12)$$

$$\beta_0 = b_0 + b_1 a_1 + b_2 a_2 + b_3 a_3 = -2,061 \quad \dots(13)$$

$$C = e^{\beta_0} = 0,127 \quad \dots(14)$$

$$\beta_1 = A_1 b_1 = 0,26 \quad \dots(15)$$

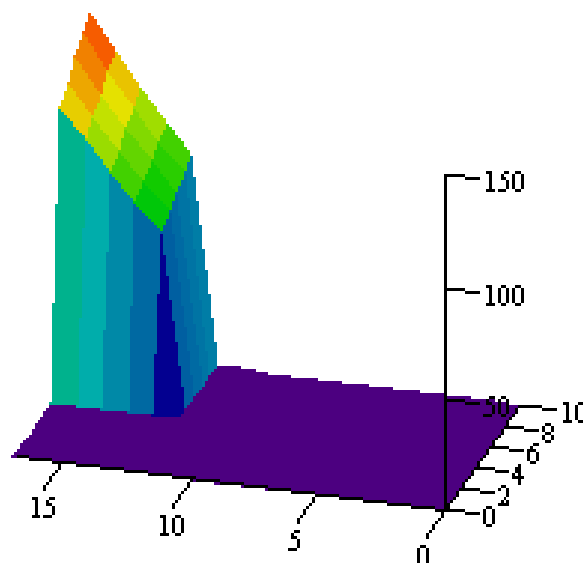
$$\beta_2 = A_2 b_2 = 1,982 \quad \dots(16)$$

$$\beta_3 = A_3 b_3 = 0,389 \quad \dots(17)$$

Funkcija zatezne čvrstoće R_m (MPa) je:

$$R_m = 0,127 \cdot V^{0,26} \cdot U^{1,982} \cdot Q^{0,389} \quad \dots(18)$$

Funkcija zatezne čvrstoće R_m zavarenog spoja MIG postupkom u funkciji napona zavarivanja, brzine žice (jačine struje zavarivanja) i protoka gasa prikazana je na sl. 76. Maksimalna vrednost zatezne čvrstoće R_m zavarenog spoja MIG postupkom je 151,26 MPa.



Slika 76. Funkcija zatezne čvrstoće

Disperziona analiza odgovara na pitanje da li faktor ima uticaj na rezultat, odnosno da li su koeficijenti regresije signifikantni i da li je matematički model adekvatan.

- **Suma kvadrata S_b**

$$S_{b_0} = N b_0^2 = 259,805 \quad \dots(19)$$

$$S_{b_1} = N_1 b_1^2 = 0,006728 \quad \dots(20)$$

$$S_{b_2} = N_1 b_2^2 = 0,496 \quad \dots(21)$$

$$S_{b_3} = N_1 b_3^2 = 0,062 \quad \dots(22)$$

$N=12$ - ukupan broj tačaka

$N_1=8$ - broj tačaka ne uključujući centralne tačke

- **Varijansa S_{bi}**

$$S_{bi}^2 = \frac{S_b}{f_i} \quad \dots(23)$$

$$f_i=1$$

$$S_{b_0}^2 = 259,805$$

$$S_{b_1}^2 = 0,006728$$

$$S_{b_2}^2 = 0,496$$

$$S_{b_3}^2 = 0,062$$

- **Rezidualna suma**

$$S_R = \sum_{u=1}^N (y_u - \hat{y}_u) = 0,413 \quad \dots(24)$$

- **Ukupna suma**

$$S_u = \sum_{u=1}^N y_u^2 = 260,758 \quad \dots(25)$$

- **Suma kvadrata greške eksperimenta centralnoj tački plana**

$$S_E = \sum_{u=1}^{n_0} (y_{o_u} - \bar{y}_o)^2 = 0,042 \quad \dots(26)$$

$$n_0=4;$$

$$\bar{y}_o = \frac{y_9 + y_{10} + y_{11} + y_{12}}{n_0} = 4,559$$

- **Suma kvadrata koja se odnosi na adekvatnost modela**

$$S_a = S_R - S_E = 0,371 \quad \dots(27)$$

- **Varijansa greške eksperimenta**

$$S_E^2 = \frac{S_E}{f_E} = 0,014 \quad \dots(28)$$

$$f_E = n_0 - 1 = 4 - 1 = 3$$

- **Varijansa adekvatnosti modela**

$$S_a^2 = \frac{S_a}{f_a} = 0,074 \quad \dots(29)$$

$$f_a = f_R - f_E = 8 - 3 = 5$$

$$f_R = N - k - 1 = 12 - 3 - 1 = 8$$

- **Signifikantnost koeficijenata regresije**

$$F_{r_i} = \frac{S_{b_i}^2}{S_E^2} \quad \dots(30)$$

$$S_{b_i}^2 = \frac{S_{b_i}}{f_i} \quad f_i = 1$$

Vrednosti F_r upoređujemo sa tabličnim vrednostima Studentovog t-testa:

$$F_t = f (f_i; f_E; \alpha) = f (1 ; 3; 0,05) = 10,1 < F_{ri}$$

$$F_{r_1} = \frac{S_{b_1}^2}{S_E^2} = 6190 > F_t \text{ signifikantan}$$

$$F_{r_2} = \frac{S_{b_2}^2}{S_E^2} = 0,16 < F_t \text{ nije signifikantan}$$

$$F_{r_3} = \frac{S_{b_3}^2}{S_E^2} = 11,818 > F_t \text{ signifikantan}$$

$$F_{r_0} = \frac{S_{b_0}^2}{S_E^2} = 1,476 < F_t \text{ nije signifikantan}$$

Na osnovu signifikantnosti koeficijenata regresije vidimo da napon zavarivanja značajno utiče na zateznu čvrstoću zavarenog spoja Al legure MIG postupkom, dok to nije slučaj sa brzinom žice i protokom zaštitnog gasa.

- **Adekvatnost matematičkog modela**

Studentov t-test: $F_t(f_E; f_a; \alpha) = F_t(3; 5; 0,05) = 9,01$

$$F_{R_a} = \frac{S_a^2}{S_E^2} < F_t \quad \dots(31)$$

$$F_{R_a} = \frac{S_a^2}{S_E^2} = 8,841 < F_t(3; 5; 0,05) = 9,01 - \text{adekvatan}$$


Pretpostavljeni matematički model je adakvatan.

5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Rezultati istraživanja biće prikazani preko izveštaja neophodnih za zapise o kvalitetu. Izveštaj o analizi ugovora ili projekta, odnosno tehničkom preispitivanju za odabranu Al paletu prikazan je na sl. 77.

U izveštaju su pored definisanja partnera, broja ugovora ili zahteva i standarda koji se zahteva preispituje i osnovni materijal, karakteristike zavarenih spojeva, kvalitet (kriterijum prihvatljivosti) zavarenih spojeva, lokacija, pristupačnost i redosled zavora, dostupnost zavora za kontrolu, priprema ivica šava i obrada zavora, mesto izvođenja zavarivačkih radova (radionica/teren), kvalifikacija zavarivačkih postupaka (WPQR), popisi zavarivačkih postupaka (WPS), kvalifikacija osoblja (koordinatori, zavarivači, IBR, pomoćno osoblje), izbor, identifikacija i sledljivost (materijala, zavora i dr.), kontrola kvaliteta, kontrola (IBR) i ispitivanje zavora, podizvođači, termička obrada nakon zavarivanja, upotreba specijalnih metoda, uslovi okoline za izvođenje zavarivačkih radova, ostali zahtevi (ispitivanje šarži, merenje sadržaja ferita, starenje, sadržaj hidrogena, trajne podloške, utvrđivanje, površinska obrada, geometrija zavora), neusaglašenosti, datum izrade i ovlašćeno lice.

Izveštaj o planu proizvodnje prikazan je na sl. 78. Izveštaj definiše broj zavarenog spoja, broj crteža, broj i naziv predmeta, postupak zavarivanja, kvalifikaciju i žig zavarivača, broj specifikacije tehnologije zavarivanja- WPS, nivo kvaliteta zavarenog spoja, broj prolaza, osnovni i potrošni materijal, prečnik žice ili elektrode, vrstu zaštitnog gasa, napon i struju zavarivanja i datum izrade plana i odgovorno lice.

Tehničko preispitivanje			
Predmet	0001	Slika	
NazivPredmeta	Paleta		
Kolicina	10		
Standard	EN10025		
OsnovniMaterijal	AlMgSi0.7		
Kvalitet	ISO 5817-B		
DatumOtvorio	6.5.2015	Otvorio	Jovanic
TehKar	NazivKarakteristike	Prihvatljivo	Napomena
10	IBR	<input checked="" type="checkbox"/>	Prema standardu EN 970
02	Kvalitet Spojeva	<input checked="" type="checkbox"/>	Prema standardu EN 5817
03	Lokacija Zavara	<input checked="" type="checkbox"/>	
04	Pristupacnost Zavara	<input checked="" type="checkbox"/>	
05	Redosled Zavara	<input checked="" type="checkbox"/>	
06	Dostupnost za IBR	<input checked="" type="checkbox"/>	
07	WPS	<input checked="" type="checkbox"/>	12/15
01	Osnovni Materijal	<input checked="" type="checkbox"/>	
09	Priprema ivica sava	<input checked="" type="checkbox"/>	Prema standardu ISO 9692
18	Ostali zahtevi	<input type="checkbox"/>	Nisu zahtevani
11	Podizvodjaci	<input type="checkbox"/>	Nisu potrebni
12	Termicka obrada	<input type="checkbox"/>	N/A
13	Kvalifikacija osoblja	<input checked="" type="checkbox"/>	
14	Identifikacija i sledljivost	<input checked="" type="checkbox"/>	
15	Kontrola kvaliteta	<input checked="" type="checkbox"/>	Prema standardu ISO 6520
16	Radni uslovi	<input checked="" type="checkbox"/>	U pogonu
17	Neusaglasenost	<input checked="" type="checkbox"/>	
08	WPQR	<input checked="" type="checkbox"/>	Institut za varilstvo Ljublja

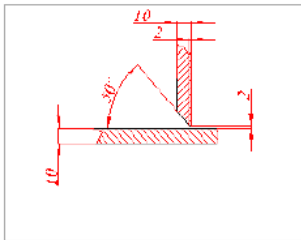
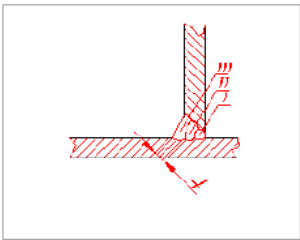
Slika 77. Izveštaj o tehničkom preispitivanju

PLAN PROIZVODNJE			
PredmetPoslovanjaID	00001	Materijal	AlMgSi0.7
NazivPredmeta	Paleta	Standard	EN10025
Kolicina	10	BrCrteza	010-DU/15
Kvalitet	ISO5817-B		
WPS	12/15		
Prolaz	1		
SifraPostupka	MIG-131		
PotrosniMaterijal	AlMg3		
PMgas	I1		
PMprecnik	1.8	Struja(A)	80
		Napon(V)	22
datumOtvorio	1.6.2016	Otvorio	Jovanic



Slika 78. Izveštaj o planu proizvodnje

Izveštaj o specifikaciju tehnologije zavarivanja- WPS za Al paletu prikazan je na sl. 79. Specifikacija tehnologije zavarivanja, prema ISO 15609, sadrži: broj proizvođača, naziv i mesto firme, datum izrade i tip zavarene konstrukcije, broj i naziv postupka zavarivanja, broj specifikacije tehnologije zavarivanja i kvalifikacije tehnologije zavarivanja, položaj zavarivanja, tip spoja, broj prolaza, pripremu, čišćenje i žljebljenje spoja, podlošku, amplitudu i frekvenciju njihanja, ugao nagiba, vrstu struje i polaritet, vrstu i dimenzije osnovnog i potrošnog materijala i sušenje, termičku obrada, protok gasa, brzinu zavarivanja, temperaturu predgrevanja i unetu toplotu.

SPECIFIKACIJA TEHNOLOGIJE ZAVARIVANJA ISO 15609											
Predmet ID	00001	Datum WPQR	3.9.2015								
Materijal	AlMgSi0.7	IWE	Jovanovic								
Standard	EN10025	WPS	12/15								
BrCrteza	010-DU/15	Kontrolno Telo	Institut za varilstvo Ljubljana								
Debljina OM	2	Tehnika Zavarivanja	Tehnika Unapred								
Tip Spoja	BW	Ciscenje	Aceton								
Položaj Zavarivanja	PA	PripremaZleba	Aceton								
Slika Zleba				Slika Spoja							
											
Prolaz	Sifra Postupka	Potrosni Materijal	PM gas	PM precnik	Vrsta Struje	Polaritet	Struja (A)	Napon (V)	ProtokGasa (l/min)	BrzinaZi cm/mii	
2	MIG-131	AlMg5	I1	1.8	DC	+	100	25	10	25	
1	MIG-131	AlMg3	I1	1.8	DC	+	80	22	8	22	

Slika 79. Izveštaj o specifikaciju tehnologije zavarivanja- WPS za Al paletu

Izveštaj o svim raspoloživim zavarivačima koji imaju vazeću kvalifikaciju- sertifikat za MIG (131) postupak zavarivanja aluminijuma AlMgSi0.7, debljine do 3mm u sučeonom i ugaonom položaju prikazan je na sl. 80.

Izveštaj definiše: Ime i oznaku- žig zavarivača, broj sertificate- kvalifikacije, proces zavarivanja, vrstu i tip spoja, grupu materijala, položaj zavarivanja, grupu potrošnih materijala, područje odobrenja debljina i prečnika i datum važenja.

MIG ZAVARIVACI					
OznakaZavarivaca	005	Ime	Marko	Prezime	Markovic
BrojSertifikata	ISO 9606-2 131 P BW 23 S t1.5 PF ss mb				
ProcesZavarivanja	131	VrstaSpoja	P	TipSpoja	BW
GrupaMaterijala	21,22,23	PoložajZavarivanja	PA,PB,Pf	DatumVazenja	14.9.2016
GrupaPotrošnog Materijala	S	PodrucjeOdobrenja Debljina	3	PodrucjeOdobrenja Precnika	
OznakaZavarivaca	001	Ime	Dragan	Prezime	Mitrovic
BrojSertifikata	ISO 9606-2 131 P BW 23 S t1.5 PA ss mb				
ProcesZavarivanja	131	VrstaSpoja	P	TipSpoja	BW
GrupaMaterijala	21,22,23	PoložajZavarivanja	PA,PB	DatumVazenja	23.2.2017
GrupaPotrošnog Materijala	S	PodrucjeOdobrenja Debljina	3	PodrucjeOdobrenja Precnika	



Slika 80. Izveštaj o raspoloživim zavarivačima i kvalifikaciji

Izveštaj o kvalifikaciji osoblja za ispitivanje bez razaranja- IBR, odnosno izveštaj o svom raspoloživom osoblju za vizuelno ispitivanje prikazan je na sl. 81. U izveštaju se definiše: ime i ispitivača, broj IBR, naziv i nivo postupka ispitivanja, kao i datum važenja.

OSOBLJE ZA VIZUELNO ISPITIVANJE					
Ime	Sasa	Prezime	Zivkovic	IBRbroj	175/15
IBRnaziv	VT	Nivo	3	DatumVazenja	23.3.2018
Ime	Dusan	Prezime	Jovanic	IBRbroj	222/14
IBRnaziv	VT	Nivo	2	DatumVazenja	13.3.2020
Ime	Ljubisa	Prezime	Trivkovic	IBRbroj	11/16
IBRnaziv	VT	Nivo	2	DatumVazenja	18.10.2017


Slika 81. Izveštaj o kvalifikaciji osoblja za ispitivanje bez razaranja

Na sl. 82. dat je izveštaj o kontrolisanju- vizuelnom ispitivanju, kao delu zapisa o ispitivanju bez razaranja-IBR. U slučaju Al palete zahteva se 100% vizuelna kontrola i zapis sadrži pored obima ispitivanja, o kom se uzorku radi i koje je kontrolno telo dalo izveštaj, kao i mesto ispitivanja, standard, broj greške, položaj greške, nivo kvaliteta, prihvatljivost, odgovorno lice i datum.

Izveštaj kontrolisanja													
Predmet	NazivPredmeta Poslovanja	Standard	Slika	Otvorio	DatumOtvorio	Naziv Karakteristike	Sifra	Opis Položaj Greske	Min	Max	Zadata Vrednost	Nivo	Prihvatljivo
00001	paleta	ISO10042		Jovanic	11.12.2015								
						poroznost koren	516	Koren	20	30	2	C	<input checked="" type="checkbox"/>
						gasni supljina	201	Lice	20	30	3	D	<input checked="" type="checkbox"/>
						zajed	501	Koren	50	55	0.5	C	<input checked="" type="checkbox"/>
						prslina	100	koren	10	12	5	B	<input type="checkbox"/>
						gasni supljina	201	lice	75	80	5	B	<input type="checkbox"/>
						zajed	501	koren	25	35	0.4	C	<input checked="" type="checkbox"/>
						prslina	100	koren	20	30	10	B	<input type="checkbox"/>
00002	rezervoar	EN 5817		Jovanic	6.5.2016								
						zajed	501	Lice	2	10	1	D	<input checked="" type="checkbox"/>
						poroznost koren	516	Koren	50	55	3	D	<input checked="" type="checkbox"/>

Slika 82. Izveštaj o kontroli mera

Izveštaj-zapis o održavanju opreme prikazan je na sl. 83. Zapis sadrži naziv i tip aparata za zavarivanje, proizvođač aparata, fabrički broj, godina proizvodnje, datum isteka garantnog roka, struju zavarivanja (I), napon zavarivanja (U), prečnik žice, kao i naziv i opis intervencije sa datumom i odgovornim licem koji čekira da je intervencija izvršena. Elementi i parametri opreme koja se ispituje su: kontaktne dizne i mlaznice, zavarivački kablovi, izolacija, namotaji, kolektor, ugljene četkice, priključci, gorionik, držač elektrode, klešta mase, motor za pogon žice, regulator motora, regulacioni ventili, manometar pritiska, merač protoka gasa i dr.

Karton održavanja opreme						
Primerak Broj	01	Godina Proizvodnje	2012			
Tip	FASTMIG BASIC KM 30	Proizvodjac	KEMPPPI			
Fabrički Broj	123542	Efikasnost	87			
Priključni Napon	400	Intermitencija ED	300			
Precnik Žice	1.8	Napon PraznogHoda	65			
Datum Otvorio	17.2.2012	Otvorio	Trivkovic			
NazivVrsteIntervencije	Kontrola	Popravka	Zamena	Datum	Odgovoran	
Valjci za pomak žice	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	18.5.2016	Zivkovic	
Valjci za pomak žice	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4.5.2016	Zivkovic	
mlaznice	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2.6.2016	Zivkovic	
Kontaktne dizne	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	10.2.2016	Zivkovic	
Kontaktne dizne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	2.6.2016	Jovanic	
Kontaktne dizne	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4.5.2016	Zivkovic	
Merač protoka gasa	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	25.2.2016	Zivkovic	
Manometar pritiska	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	7.8.2015	Trivkovic	
Regulacioni ventili	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4.11.2015	Zivkovic	
Pištalj	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.6.2016	Jovanic	
kablovi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1.6.2016	Zivkovic	

Slika 83. Izveštaj o održavanju MIG aparata

Zapis o popravkama i drugim nedostacima, odnosno upravljanje neusaglašenostima prikazano je na sl. 84. Ovaj izveštaj sadrži broj prijave neusaglašenosti, naziv tehnološkog mesta, datum prijave, standard na koji se odnosi neusaglašenost, vrstu neusaglašenosti, naziv predmeta i partnera, odgovorno lice i datum prijave neusaglašenosti, kao i naziv preventivne i korektivne mere, angažovane resurse, količinu neusaglašenih proizvoda, rokove ispravke i potrebu da se obavesti naručioc.

Neusaglasenost							
Prijava Neusaglasen	000001	Tehnolosko Mesto ID	002	Radni Predmet	Paleta	Zahtev StandaradaID	2
Partner ID	0001	Broj Prijave	02/16	Datum Prijave	1.6.2016	Neusaglasenost	Nepravilna duzina I1
Izradio	Kesic	Prijavio	Trivkovic	Kolicina	5	Mera za sprecavanje	Kontrola duzine pre spajanja
AngazovaniResursi		Rok		ObavestitiNarucioca			
Radnik na secenju			3.6.2016		<input type="checkbox"/>		
Sluzba odrzavanja			2.6.2016		<input type="checkbox"/>		
Prijava Neusaglasen	000002	Tehnolosko Mesto ID	003	Radni Predmet	Paleta	Zahtev StandaradaID	1
Partner ID	0002	Broj Prijave	03/16	Datum Prijave	4.5.2016	Neusaglasenost	Nepravilna duzina I2
Izradio	Jovanic	Prijavio	Zivkovic	Kolicina	10	Mera za sprecavanje	Kontrola duzine pre spajanja
AngazovaniResursi		Rok		ObavestitiNarucioca			
Sluzba kontrole			8.10.2015		<input checked="" type="checkbox"/>		
Prijava Neusaglasen	00123	Tehnolosko Mesto ID	001	Radni Predmet	paleta	Zahtev StandaradaID	1
Partner ID	0012	Broj Prijave	01/16	Datum Prijave	11.2.2016	Neusaglasenost	Nepravilan ugao
Izradio	Markovic	Prijavio	Zivkovic	Kolicina	25	Mera za sprecavanje	Kontrola ugla pre spajanja

Slika 84. Upravljanje neusaglašenostima

Zapis o identifikaciji i sledljivosti prokazan je na sl. 85. Ovaj zapis sadrži broj, naziv i sliku predmeta, broj smene i serije, oznaku zavarivača, proces zavarivanja i naziv, broj šarže osnovnog i potrošnog materijala, kao i datum izrade i odgovorno lice.

IDENTIFIKACIJA I SLEDJIVOST								
Predmeti	001				Otvorio	Zivkovic		
NazivPredmeta	Paleta				datumOtvorio	10.9.2014		
Kolicina	10				Izmenio	Jovanic		
Standard	EN10025				DatumIzmenio	14.4.2016		
Osnovni Materijal	AlMgSi0.7				Napomena			
Kvalitet	ISO5817 B	CrtezBr	100-DU/16					
Nalepnica ProizvodID	RedniBroj RadneListe	SerijskiID	SmenaID	Zig Zavarivaca	Proces Zavarivanja	SarzaOM	Potrosni Materijal	PMsarza
111	1	111	1	15	131	112233	AlMg5	332211

Slika 85. Zapis o identifikaciji i sledljivosti

6. ANALIZA I DISKUSIJA REZULTATA ISTRAŽIVANJA

Predloženi model integralnog procesa zavarivanja je prototipski što mu daje originalnost jer je jedinstven. Prototipski pristup omogućuje da se informacijski sistem prilagodi svakom pojedinačnom proizvodnom sistemu, odnosno kompaniji u skladu sa njenim potrebama i zahtevima, u odnosu na neki univerzalni informacijski sistem i bazu podataka, koji je uniforman i ne daje jasnu sliku svake kompanije, a sa druge strane postojeći programi (*softverski paket PROWELD*, *softverski paket instituta TWI* i dr.) ne odgovaraju svim zahtevima propisanih serijom standarda SRPS EN ISO 3834. Softverski paketi ovih proizvođača su usko specijalizovani i namenski programirani za specifične oblasti kao što su baze podataka sertifikovanih zavarivača (*WPQ- Welder Personal Qualification*), specifikacija tehnologija zavarivanja (*WPS- Welding Procedure Specification*), kvalifikacija tehnologija zavarivanja (*PQR- Procedure Qualification Records*), proračuna troškova i nisu sveobuhvatni u smislu potpunog modelovanja procesa zavarivanja. Ove baze podataka nisu međusobno povezane tako da ne omogućavaju kompletnu sliku o procesu zavarivanja, pa je bio potreban integralni sistem modelovanja podataka, koji prati i podržava sve faze prema standard SRPS EN ISO 3834, i omogućava da se neprekidno može raditi na usavršavanju procesa zbog primene zakonskih propisa, revizija standarda, uslova poslovanja i uklanjanja nedostataka.

Modelovanje procesa u ovom radu daje opis svih aktivnosti projektovanja tehnologije zavarivanja, od analize ugovora do održavanja zavarene konstrukcije, sa detaljnom analizom tehnološkičnosti u pogledu cene- troškova ili vremenskog trajanja svake aktivnosti.

Modelovanje integralnog procesa zavarivanja omogućilo je analizu sistema sastavljenog od ljudi, mašina, materijala, računara i informacija na svim nivoima (sl. 4, sl. 5, sl. 6) i stvorena je dokumentacija u elektronskom obliku, prema standardu EN ISO 3834- Zahtevi kvaliteta pri zavarivanju i sistema kvaliteta ISO 9000. Na taj način je omogućeno unapređenje projektovanja tehnologije zavarivanja izborom optimalnog postupka zavarivanja i stvaranjem baze znanja tehnologija zavarivanja, kao i povećanje produktivnosti i kvaliteta zavarenih proizvoda, a samim tim i konkurentnosti preduzeća.

Modelovanje integralnog procesa zavarivanja omogućilo je i definisanje svih potrebnih zahteva, koje pred proizvođača zavarenih proizvoda postavlja serija standarda EN ISO 3834. Neophodne procedure potrebne za sertifikaciju kompanija prema ISO 3834, a koje su definisane u ovom radu su:

- Procedura za preispitivanje zahteva iz ugovora i za tehničko preispitivanje (sl. 7)
- Procedura za podugovaranje (sl. 7),
- Procedura za pripremu plana proizvodnje (sl. 9),
- Procedura za pripremu radnih uputstava (sl. 9),
- Procedura za pripremu specifikacije tehnologije zavarivanja-WPS (sl. 9),
- Procedura za kvalifikaciju tehnologije zavarivanja- WPQR (sl. 9),
- Procedura za termičku obradu nakon zavarivanja (sl. 9),
- Procedura za zavarivače i operatere (sl. 8),
- Procedura za koordinatora zavarivanja (sl. 8),
- Procedura za osoblje za ispitivanje (sl. 8),
- Procedura za drugo osoblje u zavarivanju (sl. 8),
- Procedura za prijem i pocetak koriscenja nove opreme (sl. 8),
- Procedura za kapacitet i podesnost opreme (sl. 8),
- Procedura za održavanje opreme (sl. 8),
- Procedura za skladistenje osnovnog materijala (sl. 8),
- Procedura za skladistenje, rukovanje, identifikaciju potrošnog materijala (sl. 8),
- Procedura za nabavku i ocenu dobavljača (sl. 8),
- Procedura za kontrolisanje pre, tokom i nakon zavarivanja (sl. 12),
- Procedura za kalibraciju i validaciju opreme (sl. 12),
- Procedura za neusaglasenost i korektivne mere tokom kontrolisanja i tokom isporuke, procedura za identifikacija i sledljivost zavarivača, označavanja osnovnog materijala i prenod oznaka, plana proizvodnje i mesta privremenih spojeva (sl. 12) i
- Procedura za upravljanje zapisa o kvalitetu (sl. 12).

Svaku proceduru moraju pratiti i neophodni dokumenti, izveštaji i zapisi koji se moraju ažurirati, održavati i čuvati u određenom vremenskom periodu i od strane odgovornog stručnog lica, a zbog velikog obima i protoka informacija najlakši, najefikasniji i najsigurniji način je formiranje baze podataka i ažuriranje-unošenje, izmena i čuvanje podataka u elektronskoj formi koja se dobija modeliranjem podataka i procesa IDEF0 i IDEF1X metodologijom, čija je softverska realizacija BPwin i ERwin program. Podacima se jednostavno pristupa, lako se prave izmene i njima se lako upravlja, distribucija je trenutna sa mogućnošću štampanja kopija na papiru, postoji pristup dokumentima sa udaljenih lokacija, povlačenje zastarelih dokumenata je jednostavno i efektivno i omogućena je ponovljivost, identifikacija i sledljivost procesa.

Modelovanje podataka, omogućuje formiranje baze podataka integralnog procesa zavarivanja zavarivanja, od ugovora, preko osoblja u zavarivanju i ispitivanju, plana proizvodnje-zavarivanja, specifikacija tehnologija zavarivanja, održavanja opreme do neusaglašenosti i korektivnih mera i identifikacije i sledljivosti. Na taj način su u ovom radu definisani:

- **Zapis o pregledu zahteva i tehničkom preispitivanju** na sl. 77, dobijen na osnovu *globalnog informacionog modela ugovora prikazanog na sl.16*, definiše sve potrebne zahteve pri analizi ugovora i tehničkom preispitivanju uključujući osnovni materijal, zavareni spojeve, specifikacija tehnologija zavarivanja, osoblja i ostalih zahteva.
- **Plan proizvodnje- plan zavarivanja** na sl. 78, dobijen na osnovu globalnog informacionog modela plana proizvodnje prikazanog na sl. 19, definiše premet i zavareni spoj, postupak zavarivanja, zavarivača, specifikaciju tehnologije zavarivanja-WPS, nivo kvaliteta zavarenog spoja, broj prolaza, osnovni i potrošni materijal, parametre zavarivanja i odgovorno lice.
- **Specifikacije tehnologije zavarivanja WPS** na sl. 79, dobijena na osnovu *globalnog informacionog modela* plana proizvodnje prikazanog na sl.19, definiše proizvođača, tip zavarene konstrukcije, postupak zavarivanja, položaj zavarivanja, tip spoja, broj prolaza, osnovni i potrošni material, parametre zavarivanja i ostale podatke potrebne za izradu zavarenog spoja.
- **Sertifikati zavarivača i operatera** na sl. 80, dobijeni na osnovu *globalnog informacionog modela plana proizvodnje prikazanog na sl. 19*, daju podatke o raspoloživim zavarivačima koji imaju vazeću kvalifikaciju- sertifikat, u određenom području odobrenja za proces zavarivanja, vrstu i tip spoja, grupu materijala, debljina i prečnika, položaj zavarivanja, grupu potrošnih materijala i datum važenja.
- **Kvalifikacija osoblja za ispitivanje bez razaranja** na sl. 81, dobijena na osnovu *globalnog informacionog modela plana proizvodnje prikazanog na sl. 19*, definiše: ispitivača, broj IBR, naziv i nivo postupka ispitivanja, kao i datum važenja.
- **Izveštaj o kontrolisanju- zapisi o ispitivanju zavarenih spojeva bez razaranja** na sl. 82, dobijeni na osnovu *globalnog informacionog modela kontrole kvaliteta prikazanog na sl. 22*, definišu predmet ispitivanja, mesto ispitivanja, standard, pronađene greške, nivo kvaliteta, prihvatljivost, odgovorno lice i datum ispitivanja.

- **Plan/ karta održavanja** na sl. 83, dobijena na osnovu globalnog informacionog modela održavanja opreme prikazanog na sl. 25, definiše održavanje svih uređaja i aparata kojije se koriste u procesu zavarivanja
- **Upravljanje neusaglašenostima i korektivne mere** na sl. 84, dobijene na osnovu *globalnog informacionog modela neusaglašenosti i korektivnih mera prikazanog na sl.28*, definišu neusaglašenosti, predmet, partnera, odgovorno, kao i preventivne i korektivne mere, angažovane resurse, količinu neusaglašenih proizvoda, rokove ispravke i potrebu da se obavesti naručilac.
- **Identifikacija i sledljivost- identifikaciona kartica** na sl. 85, dobijene na osnovu *globalnog informacionog modela identifikacije i sledljivosti prikazanog na sl.31*, sadrži podatke o predmetu, osnovnom i potrošnom materijalu, smeni i seriji, zavarivaču, procesu zavarivanja, kao i datum izrade i odgovorno lice.

Uštede koje se postižu, uvođenjem baze podataka tehnologija zavarivanja su vremenski i materijalno ne merljive, ali se postiže kvalitet, sledljivost i ponovljivost procesa, kao i zadovoljenje zahteva predviđenih serijom standarda kvaliteta ISO 9000, u pogledu postojanja i sistematskog ažuriranja odgovarajuće dokumentacije, kao i serije standarda SRPS EN ISO 3834.

Osim toga dobijena baza podataka procesa zavarivanja je u skladu sa zahtevima, koje propisuje standard SRPS EN ISO 3834, i u potpunosti zadovoljava zahteve kupaca. U izveštajima se, kao i u zahtevima koje standard propisuje, nalaze sve zahtevane karakteristike, a unose se samo vrednosti onih, koje su od značaja za naš postupak.

Na svakom od izveštaja nalaze se svi neophodni podaci- atributi koje zahtevaju zapisi kvaliteta prema standardu SRPS EN ISO 3834.

Baza podataka o procesu zavarivanja može poslužiti ne samo za konkretnu firmu, već i za ostale kompanije koje žele da uvedu sistem kvaliteta u zavarivanju prema SRPS EN ISO 3834.

Za verifikaciju postojećeg rešenja korišćena je standardizovana aluminijumska paleta za koju je eksperimentalno određen optimalni režim- parametri zavarivanja, na osnovu pretpostavljenog matematičkog modela zatezne čvrstoće. Eksperimentalni metod koristi se znatno šire i češće u matematičkom modeliranju realnih objekata u odnosu na analitički metod. Razlog za ovo je u tome što se ovim metodom postižu tačniji i pouzdaniji rezultati. Prednosti teorije višefaktornih orogonalnih planova ogledaju se u minimalnom broju potrebnih eksperimenata, maksimalnom količinom informacija, sukcesivnom izvođenju eksperimenata

idući od jednostavnijih ka složenijim planovima, jednostavnom statističkom (regresionom i disperzionom) analizom eksperimentalnih rezultata, mogućnošću kvantitativne i kvalitativne ocene dejstva svakog faktora na rezultat merenja, minimalnim vremenskim i materijalnim troškovima za realizaciju eksperimenta i dr.

Višefaktorni plan eksperimenta omogućuje uzimanje velikog broja faktora u istraživanjima, a zatim eliminiše one faktore koji nisu signifikantni.

Matematički model zatezne čvrstoće zavarenog spoja važi samo za određenu oblast- nivo ulaznih veličina (tabela 6), odnosno tačno određene uslove zavarivanja i ne može imati karakter prirodnog zakona. Ostali parametri držani su na konstantnom nivou i time je isključen njihov uticaj. Međutim, za date uslove u kojima se odvija proces zavarivanja matematički model pokazuje uticaj režima zavarivanja na zateznu čvrstoću zavarenog spoja i omogućuje izbor parametara zavarivanja pri kojima se dobija maksimalna vrednost zatezne čvrstoće zavarenog spoja.

Raspored dvanaest eksperimentalnih tačaka plana, odnosno plan matrica, prikazana je u tabeli 7. i zadovoljava uslove ortogonalnosti, simetričnosti i normativnosti. Zatezna čvrstoća za neke eksperimentalne tačke je u granicama zatezne čvrstoće osnovnog materijala, kao što je prikazano u tabeli 3. Za ostale tačke koje nisu u granicama zatezne čvrstoće osnovnog materijala razlog je taj što se procesom zavarivanja unosi velika količina toplote i znatno smanjuje zatezna čvrstoća zavarenog spoja [10]. U tabeli 7 prikazano je mesto preloma epruveta i za četiri epruvete je ono u osnovnom materijalu, dok je za ostale u zoni topljenja i zoni uticaja toplote.

Eksperimentalni oblik stepene funkcije zatezne čvrstoće R_m zavarenog spoja MIG postupkom u funkciji napona zavarivanja, brzine žice (jačine struje zavarivanja) i protoka gasa, dobijen na osnovu regresione analize, putem matričnog računa prema jednačini 18.

Maksimalna vrednost zatezne čvrstoće R_m zavarenog spoja MIG postupkom je 151,26 MPa, što potvrđuje i trodimenzionalni prikaz funkcije zatezne čvrstoće zavarenog spoja u funkciji napona zavarivanja, brzine žice (jačine struje zavarivanja) i protoka gasa, prikazan na sl. 76.

Za verifikovani model aluminijumske palete potvrđena je adekvatnost matematičkog modela u obliku stepene funkcije. Na osnovu regresione analize određen je matematički model funkcije zatezne čvrstoće, dok je disperziona analiza potvrdila adekvatnost matematičkog modela i signifikantnost pojedinih ulaznih faktora. Na osnovu signifikantnosti koeficijenata regresije vidi se da napon zavarivanja značajno utiče na zateznu čvrstoću zavarenog spoja Al legure MIG postupkom, dok to nije slučaj sa brzinom žice i protokom zaštitnog gasa.

7. ZAKLJUČCI

Na osnovu postavljenog cilja istraživanja, ostvarene realizacije istraživanja, dobijenih rezultata i izvršene analize i diskusije može se zaključiti da su proverene i potvrđene hipoteze istraživanja i da su dobijeni:

1. Zapisi o pregledu zahteva i tehničkom preispitivanju na osnovu globalnog informacionog modela ugovora, koji definiše sve potrebne zahteve pri analizi ugovora i tehničkom preispitivanju uključujući osnovni materijal, zavareni spojeve, specifikacija tehnologija zavarivanja, osoblja i ostalih zahteva.

Plan/ karta održavanja na osnovu globalnog informacionog modela održavanja opreme, koji definiše održavanje svih uređaja i aparata koje se koriste u procesu zavarivanja

Plan proizvodnje- plan zavarivanja na osnovu globalnog informacionog modela plana proizvodnje, koji definiše premet i zavareni spoj, postupak zavarivanja, zavarivača, specifikaciju tehnologije zavarivanja-WPS, nivo kvaliteta zavarenog spoja, broj prolaza, osnovni i potrošni materijal, parametre zavarivanja i odgovorno lice.

Specifikacija tehnologije zavarivanja WPS na osnovu globalnog informacionog modela specifikacije tehnologije zavarivanja, koja definiše proizvođača, tip zavarene konstrukcije, postupak zavarivanja, položaj zavarivanja, tip spoja, broj prolaza, osnovni i potrošni material, parametre zavarivanja i ostale podatke potrebne za izradu zavarenog spoja.

Sertifikati zavarivača i operatera na osnovu globalnog informacionog modela plana proizvodnje prikazanog, koji daju podatke o raspoloživim zavarivačima koji imaju vazeću kvalifikaciju- sertifikat, u određenom području odobrenja za proces zavarivanja, vrstu i tip spoja, grupu materijala, debljina i prečnika, položaj zavarivanja, grupu potrošnih materijala i datum važenja.

Kvalifikacija osoblja za ispitivanje bez razaranja na osnovu globalnog informacionog modela plana proizvodnje, koja definiše: ispitivača, broj IBR, naziv i nivo postupka ispitivanja, kao i datum važenja.

Zapisi o ispitivanju zavarenih spojeva bez razaranja na osnovu globalnog informacionog modela kontrole kvaliteta, koji definišu obim ispitivanja, predmet ispitivanja, mesto ispitivanja, standard, pronađene greške, nivo kvaliteta, prihvatljivost, odgovorno lice i datum ispitivanja.

Izveštaji o kontrolisanju na osnovu *globalnog informacionog modela kontrole kvaliteta*, koji definiše predmet ispitivanja, proizvođača, vrstu i nivo i datum ispitivanja, odgovorno lice, korišćenu ispitnu opremu i prihvatljivost.

Upravljanje neusaglašenostima i korektivne mere na osnovu globalnog informacionog modela neusaglašenosti i korektivnih mera, koje definišu neusaglašenosti, predmet, partnera, odgovorno, kao i preventivne i korektivne mere, angažovane resurse, količinu neusaglašenih proizvoda, rokove ispravke i potrebu da se obavesti naručilac.

Identifikacija i sledljivost- identifikaciona kartica na osnovu globalnog informacionog modela identifikacije i sledljivosti, koja sadrži podatke o predmetu, osnovnom i potrošnom materijalu, smeni i seriji, zavarivaču, procesu zavarivanja, kao i datum izrade i odgovorno lice.

2. Model procesa zavarivanja, koji omogućuje lakše upravljanje, odnosno menadžment procesom zavarivanja. Olakšano upravljanje se ogleda u tome što je izvršena funkcionalna dekompozicija postupka zavarivanja na svim nivoima, a stvorena je i dokumentacija u skladu sa zahtevima koje propisuje serija standarda EN ISO 3834- Zahtevi kvaliteta pri zavarivanju i sistema kvaliteta ISO 9000.

Modelovanje procesa projektovanja tehnologije zavarivanja je izvršeno pomoću standarda IDEF0, odnosno njegove softverske realizacije BPWin CASE alata, koji je prihvaćen od strane ISO organizacije, kao alat za uvođenje sistema kvaliteta.

Modelovanje integralnog procesa zavarivanja omogućilo je analizu sistema sastavljenog od ljudi, mašina, materijala, računara i informacija na svim nivoima. Na taj način je omogućeno unapređenje projektovanja tehnologije zavarivanja izborom optimalnog postupka zavarivanja i stvaranjem baze znanja tehnologija zavarivanja, kao i povećanje produktivnosti i kvaliteta zavarenih proizvoda, a samim tim i konkurentnosti preduzeća. Modelovanje integralnog procesa zavarivanja omogućilo je i definisanje svih potrebnih zahteva i procedura, koje pred proizvođača zavarenih proizvoda postavlja serija standarda EN ISO 3834.

Modelovanje integralnog procesa zavarivanja omogućilo je definisanje svih potrebnih zahteva i procedura, koje pred proizvođača zavarenih proizvoda postavlja serija standarda EN ISO 3834, a koje su definisane u ovom radu:

- Procedura za preispitivanje zahteva iz ugovora i za tehničko preispitivanje,
- Procedura za podugovaranje,
- Procedura za pripremu plana proizvodnje,
- Procedura za pripremu radnih uputstava,
- Procedura za pripremu specifikacije tehnologije zavarivanja-WPS,

- Procedura za kvalifikaciju tehnologije zavarivanja- WPQR,
- Procedura za termičku obradu nakon zavarivanja,
- Procedura za zavarivače i operatere,
- Procedura za koordinatora zavarivanja,
- Procedura za osoblje za ispitivanje,
- Procedura za drugo osoblje u zavarivanju,
- Procedura za prijem i početak korišćenja nove opreme,
- Procedura za kapacitet i podesnost opreme,
- Procedura za održavanje opreme,
- Procedura za skladištenje osnovnog materijala,
- Procedura za skladištenje, rukovanje, identifikaciju potrošnog materijala,
- Procedura za nabavku i ocenu dobavljača,
- Procedura za kontrolisanje pre, tokom i nakon zavarivanja,
- Procedura za kalibraciju i validaciju opreme,
- Procedura za neusaglašenost i korektivne mere tokom kontrolisanja i tokom isporuke,
- Procedura za identifikacija i sledljivost zavarivača, označavanja osnovnog materijala i prenod oznaka, plana proizvodnje i mesta privremenih spojeva, i
- Procedura za upravljanje zapisa o kvalitetu.

3. Baza podataka sa zapisima kvaliteta, koja obezbeđuje veći kvalitet, ponovljivost i sledljivost procesa. Sistematsko ažuriranje i pretraživanje baze omogućuje da se dobiju podaci o već postojećoj tehnologiji zavarivanja i da se postupak zavarivanja ponovi na tačno definisan način, čime se postiže povećanje kvaliteta procesa.

Modelovanje podataka procesa zavarivanja izvršeno je pomoću standarda IDEF1X čija je softverska realizacija ERwin program, a nakon toga je izvršeno generisanje podataka u MS Access bazu podataka tako da je na taj način omogućeno direktno kreiranje tabela, veza, atributa i svih ostalih ograničenja, koja su se ranije programirala. Izlazni dokumenti i zapisi kvaliteta u pogledu izgleda i sadržaja izveštaja u potpunosti odgovara zahtevima standarada SRPS EN ISO 3834.

4. Baza tehnologija zavarivanja omogućuje ažuriranje i pretraživanje podataka i brže i lakše projektovanje, kroz uvid u istoriju prošlih rešenja, čime se povećava produktivnost i ekonomičnost projektovanja tehnologije zavarivanja. Na taj način možemo pored skraćenja

vremena projektovanja, povećati i pouzdanost konstrukcije, izborom neke postojeće, već kvalifikovane, tehnologije zavarivanja.

Sprovedena analiza tehnološkičnosti omogućuje optimalan izbor postupka zavarivanja, kao i izbor optimalnih parametara zavarivanja dobijenih eksperimentalnim putem. Rizik od izbora ne adekvatnog postupka zavarivanja povlači za sobom velike troškove, ali i ne sagledive posledice po ljude i okolinu u slušaju defekata na zavarenom spoju, odnosno zavarenoj konstrukciji.

5. Elektronski oblik dokumentovanih procedura, zapisa, specifikacija, planova kvaliteta i radnih uputstava, koja omogućavaju:

- jednostavnost pristupa informacijama, upravljanje i izmene,
- da odgovorna lica imaju pristup podacima u svakom trenutku,
- distribuciju podataka i zapisa je trenutna sa mogućnošću štampanja na papiru,
- postoji pristup dokumentima sa udaljenih lokacija,
- jednostavno povlačenje zastarelih dokumenata i
- identifikaciju i sledljivost procesa zavarivanja.

Postojanje zapisa o kvalitetu zavarivanja utiče na povećanje kvaliteta, jer je osiguran rad na tačno definisan način, odnosno u određenim uslovima koji su optimalni za dobijanje najkvalitetnijeg zavarenog spoja. Zapisi o kvalitetu predstavljaju dokumentovanu proceduru procesa zavarivanja, koja nam istovremeno omogućuje da sprovedemo identifikaciju i sledljivost, odnosno ukoliko se pronađu delovi ili spojevi sa greškom- neusaglašenost proizvoda, da se utvrdi ili pruži informacija o tome šta u proizvodu ne funkcioniše dobro.

Za verifikaciju postojećeg modela korišćena je standardizovana aluminijumska paleta za koju je eksperimentalno određen optimalni režim- parametri zavarivanja, na osnovu pretpostavljenog matematičkog modela zatezne čvrstoće, koji pokazuje uticaj režima zavarivanja na zateznu čvrstoću zavarenog spoja i omogućuje izbor parametara zavarivanja pri kojima se dobija maksimalna vrednost zatezne čvrstoće zavarenog spoja. Eksperimentalni oblik stepene funkcije zatezne čvrstoće zavarenog spoja MIG postupkom u funkciji napona zavarivanja, brzine žice (jačine struje zavarivanja) i protoka gasa, dobijen je na osnovu regresione analize, putem matričnog računa, dok je disperziona analiza potvrdila adekvatnost matematičkog modela i signifikantnost pojedinih ulaznih faktora.

Predloženi model integralnog procesa zavarivanja je prototipski što mu daje originalnost jer je jedinstven. Prototipski pristup omogućuje da se informacijski sistem prilagodi svakom pojedinačnom proizvodnom sistemu, odnosno kompaniji u skladu sa njenim potrebama i zahtevima, u odnosu na neki univerzalni informacijski sistem i bazu podataka, koji je uniforman i ne daje jasnu sliku svake kompanije.

8. PRAVCI DALJIH ISTRAŽIVANJA

Modelovanje procesa u ovom radu daje opis svih aktivnosti projektovanja tehnologije zavarivanja, od analize ugovora do održavanja zavarene konstrukcije, sa detaljnom analizom tehnološkičnosti, odnosno definisanje troškova zavarivanja, dok modelovanje podataka, omogućuje formiranje baze podataka integralnog procesa zavarivanja.

U nastavku istraživanja trebalo bi definisati model podataka za sve aktivnosti koje su od značaja za proces zavarivanja pomoću objektnog modeliranja koristeći UML (Unified Modeling Language). UML je jezik za vizualiziranje, specificiranje, konstruiranje i dokumentiranje rezultata procesa razvoja softvera kao i za modeliranje poslovnog sistema. UML ne propisuje nikakav određeni pristup rešavanju problema, nego se može prilagoditi svakom pristupu. To je skup koncepata u objektnom modeliranju [82].

Kao i svaki jezik, UML ima definiranu sintaksu (ovdje je to graficka notacija i niz pravila vezanih uz dijagrame) i semantiku, Ipka je opisana metamodelom u samome UML-u. UML je pogodan za modeliranje širokog spektra programskih sistema od poslovnih informacijskih sistema, distribuiranih Web aplikacija, i vrlo kompleksnih sistema realnog vremena [81].

Zahvaljujuću modeliranju pomoću UML moguće je bazu podataka tehnologija zavarivanja postaviti na WEB platformu i omogućiti korišćenje velikog broja kvalifikovanih tehnologija zavarivanja, što bi ubrzalo proces projektovanja tehnologije zavarivanja i omogućilo veći kvalitet i pouzdanost i smanjenje troškova.

Kvalitet, pouzdanost i mogućnost servisiranja zavarenih spojeva trebalo bi još više unaprediti. Proizvođači moraju omogućiti da zavareni spojevi imaju “nula defekata”, i da se ustanove praktične metode kojima će postići ovaj cilj. Kroz upotrebu modeliranja, sistematske selekcije procesa i razvoja procedure, treba obezbediti da zavarivanje može da bude deo kvaliteta šest sigma- 6σ . Kako proizvođačima trebaju tačna predviđanja ponašanja sistema zavarivanja, tehnologija simulacije treba iskoristiti za modeliranje proizvodnog ciklusa. Mogućnost modeliranja i analize zavarenih spojeva je važan korak u poboljšanju njihovog kvaliteta. Iako su mnogi zavareni proizvodi proizvedeni tako da zadovolje visoke standarde kvaliteta, industrija zavarivanje ide u pravcu “ 6σ kvaliteta” za sve proizvode vezane za zavarivanje. Termin “6-sigma” odnosi se na zavarene spojeve koji su visoko pouzdani i koji se obično zahtevaju za takve kritične proizvode kao što su avioni i mostovi.

Operacije zavarivanja moraju biti celovitije integrisane u proizvodni proces i kontrolne šeme procesa. Još je verovatnije da će se zavarivanje i kontrola zavarenih spojeva integrisati u jednu operaciju. Ovo će, zauzvrat, smanjiti vreme počevši od prvog dana konstruisanja do početka proizvodnje i isporuke proizvoda.

Tehnike simulacije se mogu koristiti da predvide ponašanje zavarenih spojeva i zavarivačkih sistema mnogo pre nego što se uopšte pristupi proizvodnji. Korišćenjem informacionih tehnologija proizvođači će biti u mogućnosti da ugrade virtualne tehnike u proizvodni proces i da ih iskoriste za smanjenje troškova. Modeliranje će sigurno biti važno za smanjenje vremena između projektovanja i početka proizvodnje. Korišćenje informacione tehnologije pomoći će u razvoju “virtualne proizvodnje” u kojoj su projektovanje, proizvodnja i kontrola neprimetno integrisane sa tehnologijom zavarivanja, tamo gde je to potrebno [2].

Jedan od načina je i virtuelno zavarivanje, kojim se omogućuje povećanje produktivnosti i kvaliteta i smanjenje troškova, kao i veća energetska efikasnost i zaštita životne sredine. Simulator zavarivanja omogućuje da se preko kontrolnog centra vrši monitoring zavarivanja u realnom vremenu, a moguće je podešavati vrstu materijala i tip elektrode, kao i tolerancije u odnosu na idealne parametre. Takođe je moguće i izvršiti izbor i program vežbi- kurikulum za određeni postupak zavarivanja, za svakog zavarivača, prema IAB-089-r4-12- Minimalni zahtevi za obrazovanje, obuku, ispitivanje i kvalifikaciju osoblja u zavarivanju- Međunarodni zavarivač (IW), koji predviđa upotrebu simulatora zavarivanja u obuci zavarivača u trajanju od 20% od praktičnih vežbi. Osnovni zadatak sistema za virtuelno zavarivanje (Virtual Welding Training System- VWTS) je da izvrši simulaciju i vizuelizaciju osnovnih parametara procesa zavarivanja. Orjentacija i udaljenost pištolja ili držača electrode, brzina i putanja zavarivanja su osnovni parametri koji karakterišu kretanje pištolja i električnog luka tokom zavarivanja. Ova četiri parametra se prate putem senzora u cilju njihove identifikacije i vizuelizacije putem kompjuterske simulacije [40, 41].

9. LITERATURA

- [1] American Society for Metals (ASM) <http://www.asm-intl.org/>
- [2] American Welding Society- Vision for Welding Industry <http://www.aws.org/>
- [3] AWS Welding Journal <http://www.aws.org/wj/index.html>
- [4] Best practices for implementation of ISO 3834 - EWF-
www.ewf.be/pdfs/QWS_Best_Practices_Guide.pdf
- [5] Bogner, M., Borisavljević, M., Matović, V., Bogner, M.M. (2007). Welding - theory, constructions and calculations, Eta, Beograd.
- [6] Bolton W., Engineering Materials Technology, Butterworth-Heinemann: London, UK, 1999.
- [7] BPwin, ERwin, Methods Guide, 1998.
- [8] Charman D.: Visual C++, Čačak, 1999.
- [9] Company Certification According to IIW MCS ISO 3834
www.wtiacertification.com.au/CompanyCert.html
- [10] Delijic, K., Asanovic, V., Radonjic, D. (2005), The influence of the extrusion process and heat treatment on the properties of some AA6XXX extruded profiles, MTAEC9, 39(4)101, ISSN 1580-2949.
- [11] Dunlop, G.L., Edwards G.A., et al. (1998). The precipitation sequence in Al-Mg-Si alloyt. Acta Materialia 46 (11): 3893-3904
- [12] Edison Welding Institute (Weldnet) <http://www.ewi.org/>
- [13] European Federation for Welding, Joining and Cutting (EWF) <http://www.ewf.be/asp/>
- [14] Guidance Documents on Interpretation and Implementation of ISO 3834
www.iiwelding.org
- [15] Hatch J.E. (1984). Aluminium- Properties and Physical Metallurgy, p.242-264 ASM Ohio
- [16] Hobart Institute of Welding Technology <http://www.welding.org/>
<http://www.nhgs.tec.va.us/VoTech/welding/weldTech.html>
- [17] IDEF Family of Methods <http://www.idef.com>
- [18] International Standards Organization (ISO):ISO-TC 44 Welding and Allied Processes
<http://www.iso.org/iso/en/stdsdevelopment/>
- [19] Inženjersko tehnički priručnik: obrada- montaža- tehnologija, IP "Rad", Beograd, 1970.
- [20] Inženjersko-tehnički priručnik: Zavarivanje 1,2,3,4, Rad Beograd, Beograd, 1979.
- [21] ISO 9001:2001, Sistemi menadžmenta kvalitetom- Zahtevi.

- [22] ISO/TR 3834-6:2007(en), Quality requirements for fusion welding of metallic materials — Part 6: Guidelines on implementing ISO 3834
- [23] Italian Institute of Welding, www.iis.it/
- [24] Jonaš Z., Jovanić D.: Development of the standard „welding coordination“, from EN 719:1994 to EN ISO 14731:2006, 26. Savetovanje sa međunarodnim učešćem Zavarivanje 2010, Tara 2.-4.06.2010, Srbija.
- [25] Jovanić D., Eremić Z., Jovanović M.: Modelling Database of Qualified Welders According to Standard SRPS EN 287-1:2008, 34th international conference on production engineering, 28. - 30. September 2011, Niš, University of Niš, Faculty of Mechanical Engineering Niš 2011, Serbia.
- [26] Jovanić D., Eremić Z.: Modelling database of welding procedure specification, 11th International Conference on Accomplishments in Electrical and Mechanical Engineering and Information Technology, DEMI, 30.maj-1 jun 2013 Banja Luka, Republika Srpska.
- [27] Jovanić D., Lovre M.: Projektovanje tehnologije zavarivanja pomoću BPWin CASE alata, 29. naučno-stručni skup HIPNEF, 19-21. maj 2004, Vrnjačka Banja, Srbija i Crna Gora.
- [28] Jovanić D., Milić R., Herold A.: Određivanje troškova elektrolučnih postupaka zavarivanja, Procesna tehnika, vol. 20, br. 2-3, str. 112-116, 2004.
- [29] Jovanić D., Nikolić M.: Modelovanje procesa kontrole kvaliteta zavarenog spoja IDEF0 metodologijom, 7. Međunarodna konferencija Upravljanje kvalitetom i pouzdanošću-DQM 2004, jun 2004, Beograd, Srbija i Crna Gora.
- [30] Jovanić D., Rančić M.: Experimental determination of the impact tenacity of the joint welded by MIG welding process, 5rd International Conference " Research and development in mechanical industry" RaDMI 2005, September 2005., Vrnjačka Banja, Serbia and Montenegro.
- [31] Jovanić D., Stojadinović S, Danić S.: Projektovanje baze podataka atestiranih zavarivača, XXXI Savetovanje proizvodnog mašinstva Srbije i Crne Gore,2006, Mašinski fakultet Kragujevac, 19-21. septembar 2006.
- [32] Jovanić D., Stojadinović S., Prekajski G.: Kontrola kvaliteta spoja zavarenog MIG postupkom, 6. Međunarodna konferencija “Upravljanje kvalitetom i pouzdanošću“ DQM-2003, 18.-19.Jun 2003., Beograd, Srbija i Crna Gora.
- [33] Jovanić D., Stojadinović S., Veljović A.: Aplikativno modeliranje specifikacije tehnologije zavarivanja primenom IDEF1X metodologije, VI naučno- stručni simpozij sa međunarodnim učešćem "Metalni i nemetalni anorganski materijali", Zenica 2006

- [34] Jovanić D., Stojadinović S: Modelovanje integralnog procesa zavarivanja pomoću alata BPWin CASE, 21. Međunarodni kongres o procesnoj industriji PROCESING 2008, Subotica, 4-6.jun 2008.
- [35] Jovanić D., Veljović A., Jonaš Z.: Information modelling records of non-conformance and corrective action by ERwin case tools, 26. Savetovanje sa međunarodnim učešćem Zavarivanje 2010, Tara 2.-4.06.2010, Srbija.
- [36] Jovanić D., Veljović A., Rančić M.: Informaciono modeliranje specifikacije tehnologije zavarivanja primenom IDEF1X metodologije, VII Međunarodno savjetovanje o dostignućima elektro i mašinske industrije, DEMI 2005, Maj 2005., Banja Luka, Republika Srpska.
- [37] Jovanić D.: Obrada oblikovanjem 1- Zavarivanje, Visoka tehnička škola strukovnih studija u Zrenjaninu, 2009.
- [38] Jovanić D.: Vizija industrije zavarivanja, PIM 2010, Preduzetništvo-Inženjerstvo-Menadžment, 10. Decembar Zrenjanin,VTŠSS 2010, Zrenjanin,VTŠSS 2010, Srbija, pp.195-202.
- [39] Jovanic, D., D. Soldat : Modeling Maintenance Activities on a Welded Construction Using IDEF0 Methodology, 10th International Conference on Accomplishments in Electrical and Mechanical Engineering and Information Technology, DEMI, 26-28.maj 2011 Banja Luka, Republika Srpska, pp. 973-978.
- [40] Jovanic, D., D. Zivkovic: Diagnostic welding imperfections in butt weld on welding simulator CS Wave, Technical diagnostics, Vol XII, No.4, 2013. ISSN 1451-1975, pp 48-52.
- [41] Jovanic, D., M. Jovanović, Z. Jonaš: CS Wave welding simulator-Results analysis and progress report, Zavarivanje i zavareme konstrukcije ISSN 0354-7965, 1/2013, pp 41-46.
- [42] Jovanic, D., Stojadinović S., Veljović A.: Functional modeling of welding process using ideo methodology, No 4-2012, Metalurgia International, ISSN 1582-2214, pp 78-82.
- [43] Jovanic, D.: Modelovanje aktivnosti kontrola kvaliteta pri zavarivanju BPwin CASE alatom, ICDQM 2013, 16. Međunarodna DQM konferencija Upravljanje kvalitetom i pouzdanošću, 27-28. Jun, 2013, Beograd, Srbija.
- [44] Jovanović M, Uran,M. Zuljan, Z, Jovanić,D.: Assessing the size of lack-of-fusion imperfections in MIG/MAG welds using Computed Tomography, Welding and Material Testing, 4/2015, ISSN 1453-0392

- [45] Jovanović M., O. Erić Cekić, D. Jovanić: Uvođenje novih EN/ISO standarda u ispitivanje zavarenih spojeva , 27. Savetovanje sa međunarodnim učešćem, Ispitivanje bez razaranja-IBR 2012, 9.-12. Oktobar 2012, Divčibare, Srbija.
- [46] Kumar Jha S et al.: Experimental Analysis of Mechanical Properties on AA 6060 and 6061 Aluminum Alloys. Int. Journal of Engineering Research and Applications ISSN : 2248-9622, Vol. 5, Issue 4, (Part -7) April 2015, pp.47-53
- [47] Munroe P.R., M. George, I. Baker, F.E. Kennedy, "Microstructure, mechanical properties and wear of N-Al-Fe alloys", Material Science and Engineering A, Vol. 325, 2002, pp. 1-8.
- [48] New Horizons Regional Education Center Welding Technology Program
- [49] Nikolić M., Jovanić D., Čočkalović D., Djordjević D. Desnica E.: The selection of the arc welding method by using multi-criteria analysis: the topsis method, No 2-2012, Metalurgia International, ISSN 1582-2214, pp 51-56.
- [50] Palić V.: Zavarivanje, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka-Novu Sad, Novi sad, 1987.
- [51] Panigrahi S.K., R. Jayaganthan:A study on the mechanical properties of cryorolled Al-Mg-Si alloy, Materials Science and Engineering A, Vol. 480, 2008, p. 299-305.
- [52] Pantelić, I. (1976): Introduction to the Theory of Engineering Experiment, Univesity of Novi Sad, Radnički univerzitet "Radivoj Čirpanov", Novi Sad.
- [53] Priručnik za zavarivanje, Elektroda Zagreb, Zagreb, 1987.
- [54]Pro-Fusion: Magazine Articles on Welding,
<http://www.profusiononline.com/feedback/articles.htm>
- [55] Real-time Quality Control for Welding http://www.nist.gov/public_affairs/gallery/weld.htm
- [56] Šigeo Š.: Nova japanska proizvodna filozofija, treće izdanje, Novi Sad, 1995.
- [57] Singapore Welding Society <http://web.singnet.com.sg/~singweld/>
- [58] Sotirović V., Adamović Ž.: Metodologija naučno-istraživačkog rada, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnički fakultet "Mihajlo Pupin" Zrenjanin, Zrenjanin, 2002.
- [59] SRPS EN ISO 15609-1:2015, Specification and qualification of welding procedures for metallic materials - Welding procedure specification - Part 1: Arc welding (ISO 15609-1:2004)
- [60] SRPS EN ISO 3834-1:2008, Quality requirements for fusion welding of metallic materials - Part 1: Criteria for the selection of the appropriate level of quality requirements (ISO 3834-1:2005)
- [61] SRPS EN ISO 3834-2:2008, Quality requirements for fusion welding of metallic materials - Part 2: Comprehensive quality requirements (ISO 3834-2:2005)

- [62] SRPS EN ISO 3834-3:2008, Quality requirements for fusion welding of metallic materials - Part 3: Standard quality requirements (ISO 3834-3:2005)
- [63] SRPS EN ISO 3834-4:2008, Quality requirements for fusion welding of metallic materials - Part 4: Elementary quality requirements (ISO 3834-4:2005)
- [64] SRPS EN ISO 3834-5:2008, Quality requirements for fusion welding of metallic materials - Part 5: Documents with which it is necessary to conform to claim conformity to the quality requirements of ISO 3834-2, ISO 3834-3 or ISO 3834-4 (ISO 3834-5:2005)
- [65] SRPS EN ISO 3834-5:2008/AC:2011, Quality requirements for fusion welding of metallic materials - Part 5: Documents with which it is necessary to conform to claim conformity to the quality requirements of ISO 3834-2, ISO 3834-3 or ISO 3834-4 (ISO 3834-5:2005/Cor 1:2007)
- [66] Stankov Jelena: The basics of the technique of measuring- methods of planning the experiment, Univesity of Novi Sad, Fakulty of Technical Sciences, Novi Sad, Novi Sad, 1982.
- [67] Stojadinović S., Ljevar A.: Poznavanje materijala, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnički fakultet "Mihajlo Pupin" Zrenjanin, Zrenjanin, 2001.
- [68] Šuman H.: Metalografija, Tehnološko-metalurški fakultet Beograd, Beograd,1981.
- [69] Supplement-for-Implementation-ISO-3834-Welded-Products
www.iiwelding.org/Qualification_certification/Certification/Pages/IAB-338r2-12
- [70] The Welding Institute (TWI), UK <http://www.twi.co.uk/j32k/index.xtp>
- [71] Todić V, Banjac D.: Projektovanje i optimizacija tehnoloških procesa obrade- priručnik, Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad, Novi Sad, 1993.
- [72] Veljović A.: Kompjuter u sistemu kvaliteta- primena standarda ISO 9000:2000, Savez inženjera i tehničara Jugoslavije, Beograd, 2001.
- [73] Veljović A.: Razvoj informacionih sistema i baze podataka, sektor za školstvo, obuku, naučnu i izdavačku delatnost, Uprava za naučnu i izdavačku delatnost, Vojno tehnička akademija VJ, Beograd, 2000.
- [74] Welding Engineering Research Centre, Cranfield University, UK
www.cranfield.ac.uk/sims/welding/
- [75] Welding Research Council <http://www.forengineers.org/wrc/>
- [76] Welding Technology Institute of Australia <http://www.wtia.com.au/>
- [77] Perišić Dr Risto A.: Sistem kvaliteta usluga logistika i informatika, Institut tehničkih nauka SANU, Beograd, 2002.

- [78] Багряский К.В., Добротина З. А., Хренов К.К.: Теория сварочных процессов, Кйев,1976.
- [79] Лахтин Ю., Леонтыева В. П.: Материаловедение, Машиностроение, Москва, 1972.
- [80] Delijic, K., Asanovic, V., Radonjic, D. (2006). Mechanical Behavior and corrosion properties of some AA6XXX Aluminium alloys in T5 temper. CICEQ, ISSN 2217-7434. p.231-235
- [81] Veljović A., Osnove objektnog modeliranja UML, Komjuter biblioteka, Čačak, 2004.
- [82] Quatrani T., Visual Modeling with Rational Rose and UML, Reading, Addison Wesley, 1999.
- [83] Kumanan, S., Dhas, J., Edwin Raja, Gowthaman, K.: Determination of submerged arc welding process parameters using Taguchi method and regression analysis, IJEMS Vol.14(3), ISSN: 0971-4588, p. 177-183
- [84] Stojadinović, S., J. Pekez, I. Tasić, Mašinski materijali – sadašnje stanje i perspektive razvoja, TF “M. Pupin”, Zrenjanin, 2009.
- [85] Stojadinović S., Ljevar A., Tasić I., Poznavanje materijala, III prošireno izdanje TF »Mihajlo Pupin«, Zrenjanin 2007.
- [86] Stojadinović, S. & Vobornik, *Effect of Mn and Zr on Mechanical Properties of AlMgSi_{0,5}, AlMgSi_{0,9} and AlMgSi₁ Alloys*, Min. Met. Quarter
- [87] Stojadinović, S. *Investigation of the influence of thermomechanical treatment and copper content on hardening of AlMgSi alloys*, J.Serb. Chem.Soc
- [88] Stojadinović S & Vobornik, *Thermomechanical treatment of Al-1% Mg₂Si - 0,35 % Si alloy type*, Min.Met.Quarter
- [89] Blagojević A.: Zavarivanje, lemljenje, lepljenje, Mašinski fakultet Mostar, 1991.
- [90] Radojević Z.: Organizacija i ekonomika zavarivačkih radova, AGM knjiga, 2008.
- [91] Lukić B.: Tehnologija zavarivanja u praksi, Izdavački centar PP ”IR-MIR”, Užice, 2000.
- [92] Bajić B.: Elektrolučno zavarivanje u zaštiti inertnog i aktivnog gasa MIG-MAG, Gorenje, Varstroj, 1987.